

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA



**DISEÑO TECNOLÓGICO DE LÍNEA PARA LA PRODUCCIÓN DE KEFIR EN
UNA MEDIANA EMPRESA**

TRABAJO DE DIPLOMA PRESENTADO POR:

Br. Elías Ezequiel Casco García

Ing. Mario de Jesús García

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

TUTOR:

MSc.Ing. Luis Porras Álvarez

Managua, Nicaragua

Septiembre 2020

CARTA DEL CATEDRÁTICO GUÍA

Estimados excelentes miembros del jurado calificador: El trabajo de tesis que poseen en sus manos titulado: **“DISEÑO TECNOLÓGICO DE UNA LÍNEA PARA LA PRODUCCIÓN DE KEFIR EN UNA MEDIANA EMPRESA”**. Este trabajo monográfico tuvo el apoyo de información muy importante para su culminación; de parte del jefe de planta de la mediana empresa láctea “LAS TUCAS”, en conjunto con los compañeros docentes de nuestra Alma Mater, Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Todo esto fue muy relevante para poder realizar el diseño tecnológico del proceso producción de Kéfir. La dedicación que el Br. **ELIAS EZEQUIEL CASCO GARCIA** y el Ing. **MARIO DE JESUS GARCIA**; realizaron en todo el desarrollo de su tesis de grado fue bien perseverante e incansable, que los llevó a tener resultados muy satisfactorios y positivos como es el **DISEÑO TECNOLÓGICO PARA LA PRODUCCION DE KEFIR**.

Por lo anterior expuesto, la calidad y la categoría del trabajo que han realizado los egresados anteriormente mencionados, solicito de la manera más cordial a ustedes se tenga en cuenta todo el esfuerzo realizado por los tesisistas.

Aprovecho para reiterar mis más amables saludos y deseos de buena voluntad.

Se despide de ustedes.

Atentamente,

MSc.Ing. Luis Porras Álvarez
Profesor Guía

DEDICATORIA

A Dios y mis padres, quienes se han sacrificado por mi bienestar y a quienes les debo el ser quien soy. Así mismo a mi esposa e hija que han sido unas de mis mayores motivaciones para culminar este peldaño.

Elías Casco

A Dios por darme fuerzas y mostrarme el camino correcto en los momentos difíciles, a mi esposa y mi hijo por apoyarme y aconsejarme para seguir adelante siempre y en especial a mis padres y por su amor y comprensión.

Mario García

AGRADECIMIENTO

A mis padres por su ardua labor y sustento incondicional en mi formación personal y académica, a MSc. Luis Porras, tutor de esta monografía, por su orientación y apoyo durante cada una de las etapas en la realización de la misma, a Mario García quien me acompañó durante la realización de esta monografía y sin cuya participación acabarla habría tomado más tiempo y, por último, pero no menos importante a aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron a la realización de esta monografía.

Elías Casco

A mí tutor MSc. Luis Porras por todo el acompañamiento y apoyo brindado. A mí compañero de monografía, Elías Casco por la paciencia y la perseverancia que nos acompañó en el trayecto de culminación. A cada una de las personas que de alguna manera estuvieron pendientes y aportaron esfuerzos y conocimientos para llevar a cabo la culminación de esta monografía.

Mario García

RESUMEN

En el presente trabajo monográfico se presenta el diseño tecnológico del proceso de elaboración del Kéfir. Para ello se cuenta con un acopio de 10,000 galones de leche por día; pero de estos solamente se tomaran 600 galones que representan el 6% del acopio diario, a la producción de dicho producto, esta información fue brindada por la mediana empresa ubicada en el municipio **San Pedro de Lovago, Departamento Chontales**.

El principal objetivo de este trabajo monográfico fue el diseño de un proceso tecnológico industrial para una nueva línea de producción de kéfir dirigido a una mediana empresa, gracias a la información brindada por la empresa de lácteos **“LAS TUCAS”**.

Este trabajo monográfico inicio con la descripción de la materia prima y la composición fisicoquímica y microbiológica del Kéfir, siguiendo con determinación de las variables de diseño existentes en el proceso, lo que dio pauta a realizar los balances de masa del proceso productivo; como resultado; se elaboró el flujograma de proceso en donde se describen las variables específicas, tales como tiempo, temperatura, porcentaje másico, volumen, y las operaciones requeridas para la transformación de la materia prima en producto final. Esto permitió realizar los respectivos cálculos para elegir los equipos tecnológicos requeridos en el proceso, tales como: Tanque de recepción con refrigeración, filtro recto corto, pasteurizador, fermentador/madurador, tuberías y válvulas.

Con estos elementos se procedió a hacer el plano de distribución de los equipos en la planta con sus respectivas distancias, y simbologías.

TABLA DE CONTENIDO

CONTENIDO

I. INTRODUCCION.....	12
II. OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo General	13
2.2 Objetivos Específicos.....	13
III. MARCO TEORICO	14
3.1 Leche.....	14
3.2 Tipos de leche	16
3.3 Razas lecheras	19
3.4 Propiedades y características fisicoquímicas de la leche de vaca.....	19
3.5 Composición nutricional de la leche de vaca y sus componentes.....	20
3.5.1 Agua.....	21
3.5.2 Sólidos totales	22
3.5.3 Componente graso	22
3.5.4 Sólidos Grasos.....	23
3.5.5 Sólidos no grasos	24
3.5.6 La caseína	25
3.5.7 Carbohidratos: lactosa	25
3.5.8 Elementos minerales.....	26
3.5.9 Minerales	27
3.5.10 Vitaminas.....	28
3.5.11 Proteínas	30
3.5.12 La albumina	30
3.5.13 Las globulinas.....	31
3.5.14 Enzimas	31
3.6 Características Generales de la leche de vaca.....	32
3.7 Examen Organoléptico de la Leche de vaca.....	35
3.7.1 Causas normales de variación del color de la leche de vaca	35
3.8 Causas que originan los sabores en la leche de vaca	36
3.9 Leches fermentadas.....	36

3.10 FERMENTACIÓN LÁCTICA	37
3.11 FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA	38
3.12 Alimentos Probióticos.....	39
3.12.1 Beneficios asociados al consumo de microorganismos probióticos	40
3.12.2 Mejora del metabolismo de la lactosa	41
3.12.3 Mejoría del sistema inmune	41
3.12.4 Desarrollo de productos lácteos con probióticos.....	42
3.13 Yogurt	43
3.13.1 Origen del Yogurt.....	43
3.13.2 Que es el Yogurt.....	44
3.13.3 Clasificación del Yogurt según (Socayentepe, 2015).....	45
3.14 Kéfir	48
3.14.1 Generalidades del Kéfir	48
3.14.2 El kéfir como producto probiótico.....	48
3.14.3 Los gránulos de kéfir	49
3.14.4 El kefiran.....	50
3.14.5 Aspectos microbiológicos del Kéfir	51
3.14.6 Tipos de kéfir.....	54
3.15 CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL KÉFIR	54
3.15.1 ORIGEN DEL KÉFIR.....	55
3.16 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL KÉFIR	57
3.16.1 MICROBIOLOGÍA DE LOS GRÁNULOS.....	58
3.17 PROPIEDADES ORGANOLEPTICAS, NUTRICIONALES Y BENEFICAS DEL KEFIR.....	59
3.18 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL KÉFIR	62
3.19 MANEJO DEL PROCESO Y ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO TERMINADO	70
IV. CALCULO DE VARIABLES DE DISEÑO	72
4.1 Materia prima para la producción de kéfir:.....	72
4.1.1 Leche de vaca	72
4.1.2 Gránulos:	72
4.2 Fuente acopiadora de materia prima para la producción de Kéfir	73
4.3 Recepción de la leche	73
4.4 Variables de control para el proceso de producción del kéfir	74

4.5 Propuesta del Proceso de elaboración del Kéfir	76
4.5.1 Recepción de la materia prima	76
4.5.2 Filtrado	76
4.5.3 Pasteurización	77
4.5.4 Fermentación	77
4.5.5 Maduración	77
4.5.6 Almacenamiento de reserva temporal antes del envasado	78
4.5.7 Propuesta del Flujograma para el diseño del proceso de producción de kéfir	79
4.6 Balance de materia del proceso del Kéfir	80
4.7 SELECCIÓN DE EQUIPOS Y ACCESORIOS	82
4.8 Determinación del flujo volumétrico de leche para el proceso	85
4.9 Selección de la velocidad de la leche en la tubería	85
4.10 Selección de la caldera	88
V. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS	92
VI. CONCLUSIONES	97
VII. RECOMENDACIONES	98
VIII. BIBLIOGRAFIA	99
IX. ANEXOS	101

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ordeño manual	15
Figura 2: Componentes de la leche de vaca	21
Figura 3: Estructura de la lactosa	23
Figura 4: Estructura general de las proteínas lácteas	25
Figura 5: Reacción de fermentación tipo Láctica	37
Figura 6: Reacción de fermentación tipo alcohólica	38
Figura 7: Transporte del Yogurt	43
Figura 8: Estructura macroscópica de los gránulos de kéfir.....	50
Figura 9: Gránulos de kéfir.....	58
Figura 10: Diagrama de un proceso de kéfir.....	63
Figura 11: Recepción de la leche cruda	64
Figura 12: Ingredientes en el proceso de elaboración de Kéfir.....	64
Figura 13: Filtración de la leche cruda	65
Figura 14: Pasteurización alta de la leche a 80° C	65
Figura 15: Enfriamiento de la leche a 22° C	66
Figura 16: Retiro de grasa de la superficie de la leche	66
Figura 17: Lavado de gránulos de kéfir	66
Figura 18: Medición de pH de la bebida de kéfir	67
Figura 19: Filtración de gránulos de kéfir	68
Figura 20: Almacenamiento de kéfir.....	68
Figura 21: Lavado de gránulos de kéfir	68
Figura 22: Alimentación de cultivos.....	69
Figura 23: Bebida de kéfir	70

LISTA DE TABLAS

Tabla 2 : Razas cárnicas y lecheras en Nicaragua.....	16
Tabla 3: Composición nutricional de la leche entera	20
Tabla 4: Composición nutricional de la leche de vaca	20
Tabla 5: Principales lípidos en la leche.	24
Tabla 6: Concentración de macro minerales en leche de vacas.....	27
Tabla 7: Contenido de minerales en 100 g de leche entera.....	27
Tabla 8: Requisitos Fisicoquímicos de la Leche entera.....	33
Tabla 9: Temperaturas de crecimiento de especies de probióticos.....	40
Tabla 10: Cultivos específicos.....	46
Tabla 11: Diferencias entre yogurt - kéfir.....	47
Tabla 12: Composición físico química de la bebida de kéfir	93
Tabla 13: Población microbiana en el kéfir	94
Tabla 14: Levaduras presentes en el kéfir.	95
Tabla 15: Indicadores microbiológicos presentes en el kéfir.....	96
Tabla 16: Indicadores de las propiedades organolépticas del kéfir	60
Tabla 17: Valor nutritivo del kéfir.....	60
Tabla 18: Propiedades benéficas del kéfir	61
Tabla 19: Variables de proceso en la producción de kéfir.....	75
Tabla 20: Cantidades y tipos de accesorios	83
Tabla 21: Valores normalizados de tubería.....	86
Tabla 22: Selección de los equipos para el diseño tecnológico de la producción de kéfir.	90

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha técnica de tanque de recepción para refrigeración seleccionado para el diseño tecnológico de producción de Kéfir.....	101
Anexo 2: Ficha técnica de Bomba centrífuga recto corto seleccionado para el diseño tecnológico de producción de Kéfir.....	102
Anexo 3Ficha técnica de filtro recto corto seleccionado para el diseño tecnológico de producción de Kéfir.	105
Anexo 4: Ficha técnica de pasteurizador de placa seleccionado para el diseño tecnológico de producción de Kefir.....	106
Anexo 5: Ficha técnica de fermentador / madurador seleccionado para el diseño tecnológico de producción de Kéfir.	108
Anexo 6: Ficha técnica de caldera seleccionada para el diseño tecnológico de producción de Kéfir.....	109

I. INTRODUCCION

En la actualidad, la industria alimentaria está orientándose al tema de salud y bienestar. Ahora, la seguridad alimentaria se da por hecho. En el pasado se miraba un alimento por su nutrición y ahora, a causa de la decadencia de la población, se busca más un “nutracéuticos”, que sirva tanto de alimento como de fármaco. También hoy en día se está teniendo en cuenta mucho más el cuidado del medioambiente y, con ello, los productos “Bio” **(Kalra, 2013)**.

Hoy por hoy, hay diferentes líneas de investigación que se encargan de estudiar los temas relacionados con la obtención de productos “nutracéuticos” para captar la atención del consumidor. Inclusive se ha estudiado la posible referencia de la cerveza como una bebida isotónica, siempre en su justa medida, no en exceso, o que las aceitunas de mesa se pueden llegar a considerar un alimento probiótico, por los microorganismos que las fermentan y se mantienen en el producto final. Pero, definitivamente, el campo en el que más se innova hoy en día es en el de la leche y los productos lácteos **(Macarena Iniesta Pallarés, noviembre 2006)**.

El alto índice de producción láctea en fincas lecheras y el bajo coste de la leche en las zonas de producción obliga a los productores a darle a su materia prima un valor agregado para aumentar sus ganancias.

La leche siendo un alimento tan importante para la salud se potencializa con la adición de probióticos en los que se pueden conferir estas características aportadas por las cepas encontradas en el kéfir a algo poco convencional como lo es un queso. Por lo tanto, el presente diseño o propuesta dará respuesta en parte y se puede tomar como ejemplo para los demás productores y acopios.

Este diseño tecnológico pretende crear una línea productiva de una bebida probiótica, y darle un valor agregado a la leche, también fortalecer mediante este la salud, ya que el kéfir es un producto de leche fermentada por hongos y bacterias, que tiene muchas funciones favorables para la salud, entre las cuales destacan que facilita la digestión y refuerza las defensas.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- ✓ Diseñar el proceso tecnológico para la producción de Kéfir en una mediana empresa en Nicaragua.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Nombrar la composición fisicoquímica y microbiológica del Kéfir.
- ✓ Determinar las variables de diseño del proceso tecnológico.
- ✓ Seleccionar la tecnología a emplear para el proceso de producción.
- ✓ Elaborar los diagramas ingenieriles del proceso de producción.

III. MARCO TEORICO

A partir de la leche fresca se elaboran distintos derivados, los cuales se encuentran ampliamente distribuidos en el mercado: quesos, yogurt, mantequilla, crema. Los quesos son definidos como los productos lácteos obtenidos por la pérdida del suero y diversas fases enzimáticas y de coagulación. En algunos quesos es deseable un cierto nivel de rigidez que está ligado a las fases enzimáticas durante su elaboración (Osorio, 2009).

3.1 Leche

La denominación de “**leche**”, sin indicación de la especie animal de que procede, se reserva a la leche de vaca. Toda leche que proceda de una hembra lechera, que no sea la vaca debe designarse por la denominación “leche” seguida de la especie animal de la que procede: “leche de cabra”, “leche de Oveja”. etc. Entonces la definición de leche está dada por su origen y hace referencia al producto de la secreción normal de la glándula mamaria de animales bovinos sanos, obtenida por uno o varios ordeños diarios higiénicos, completos e ininterrumpidos. Es un producto que aporta nutriente básica para la alimentación humana. La composición de la leche no es estable a lo largo de la lactancia y puede verse afectada por factores internos y externos del animal, afectando en gran medida la calidad del producto. (Badui Dergal, Salvador, **Química de los alimentos. Cuarta edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006**).

Por otro lado, desde el punto de vista dietético la leche es el alimento puro más próximo a la perfección. Su principal proteína, la caseína, contiene los aminoácidos esenciales y como fuente de calcio, fósforo y riboflavina (vitamina B12), contribuye significativamente a los requerimientos de vitamina A y B1 (tiamina). Por otra parte, los lípidos y la lactosa constituyen un importante aporte energético.

Químicamente, la leche es uno de los fluidos más completos que existen. El término “sólidos totales” se usa ampliamente para indicar todos los componentes con exclusión del agua y el de “sólidos no grasos” cuando se excluye el agua y la grasa. El agua representa aproximadamente entre un 82% y un 82.5% de la leche, los sólidos totales alcanzan habitualmente la cifra de 12% hasta un 13% y los sólidos no grasos casi siempre están muy próximos al 9 %. (Badui Dergal, Salvador, **Química de los alimentos. Cuarta edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006**).

La definición física, señala que la leche es un líquido de color blanco opalescente característico. Este color se debe a la refracción que sufren los rayos luminosos que inciden en ella al chocar con los coloidales en suspensión, **(Badui Dergal, Salvador, Química de los alimentos. Cuarta edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006).**

Por lo tanto, la definición de leche está dada por su origen y hace referencia al producto de la secreción normal de la glándula mamaria de animales bovinos sanos, obtenida por uno o varios ordeños diarios higiénicos, completos e ininterrumpidos. Es un producto que aporta nutriente básica para la alimentación humana. La composición de la leche no es estable a lo largo de la lactancia y puede verse afectada por factores internos y externos del animal, afectando en gran medida la calidad del producto, **(Badui Dergal, Salvador, Química de los alimentos. Cuarta edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006).** En la figura N° 1 se muestra la forma de ordeño manual en el campo.

Figura 1: Ordeño manual



Fuente: Badui Dergal, Salvador, Química de los alimentos. Cuarta edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006.

Por otro lado, desde el punto de vista dietético la leche es el alimento puro más próximo a la perfección. Su principal proteína, la caseína, contiene los aminoácidos esenciales y como fuente de calcio, fósforo y riboflavina (vitamina B12), contribuye significativamente a los requerimientos de vitamina A y B1 (tiamina). Por otra parte, los lípidos y la lactosa constituyen un importante aporte energético.

En Nicaragua uno de los principales alimentos nutritivos es la leche, sobre todo durante los primeros años de vida. Para satisfacer la demanda actual de leche cuenta con unos hatos ganaderos de 6 millones de cabeza de ganado bovino, lo que representa una producción anual de 300 millones de galones al año.

La zona más productiva del país es la zona central y Norte, que corresponde a los Departamentos de Chontales, Boaco y Matagalpa. Estas zonas representan el 46% de la producción nacional **(COMPAL, 2008).**

Para la elaboración del presente trabajo se ha escogido una PYME procesadora láctea ubicada en el municipio de Departamento Chontales.

3.2 Tipos de leche

Para el consumo humano la leche se puede procesar bajo tres composiciones distintas, atendiendo a su contenido de grasa:

- ✓ Semidesnatada
- ✓ Desnatada
- ✓ Leche entera

La leche entera es un líquido de color blanquecino opaco con numerosos beneficios y propiedades. Es muy común para producir derivados lácteos, tales como yogur, mantequilla o queso. La principal diferencia entre la leche entera, la leche semidesnatada y la leche desnatada es la grasa o crema. De las tres, la que más grasa contiene es la leche entera.

Adicionalmente existen diferentes tipos de leches de acuerdo a su origen animal, sin embargo en Latinoamérica la que más se consume es la de origen bovino, debido a sus cualidades nutricionales y organolépticas, así mismo por la capacidad de producción que existe en esta región.

Dentro de la especie bovina existen dos grupos de razas productivas muy importantes como es la cárnica y la de leche. **En la tabla N° 1 se muestran las razas tanto para producción de carne y de leche.**

Tabla 1 : Razas cárnicas y lecheras en Nicaragua

LECHERAS	CARNICAS
Pardo suizo: ✓ Ojos saltones ✓ Excelentes productoras de leche. ✓ Color café. ✓ Claro a café oscuro.	Brahmán: ✓ Tienen colores de piel variados, los de color gris (blanco plateado) son los más comunes pero hay de color rojo, sardo negro y sardo rojo. ✓ Tiene la capacidad de adaptarse a las diferentes condiciones climáticas, la abundancia de piel

✓ Posee el famoso Lomo de candela excelente para pastoreo. ✓ Produce hasta 15-16 litros al día. ✓ Se establece bien en temperaturas entre los 28 y 36 grados, con sombra abundante.	ayuda a que se les pegue menos las garrapatas, el tábano y los tórsalos. ✓ Esta raza tiene giba, la cual le sirve como depósito de reserva de energía. ✓ Es poco exigente en la alimentación, es medianamente productor de leche (de 3 a 4 litros).
Jersey: ✓ Color de piel crema hasta amarilla pálida con manchas Blancas. ✓ Es la raza lechera más pequeña consumen poco pasto. ✓ excelentes productoras de leche. ✓ Nicaragua llegan a producir de 16 a 18 litros al día, la leche alcanza de 5 a 6% de grasa. ✓ Se desarrolla en climas frescos o con condiciones de estabulación bien aireados o en condiciones de pastoreo controlado. ✓ No se recomienda para un pastoreo intensivo.	Angus: ✓ Alta fertilidad. ✓ Facilidad de parición. ✓ Buena producción lechera. ✓ Gran habilidad maternal. ✓ Resistencia a enfermedades y elevada ganancia en peso. ✓ Los Angus son más pequeños que los Charolais y que los Hereford, porque su cuerpo es más cilíndrico.
Holstein:	Charolais: ✓ Su pelaje es sedoso.

✓ Color blanco con manchas negras o pueden ser negras con manchas blancas. ✓ Poco resistentes a las condiciones del tró169 pico seco de Nicaragua. ✓ Llegan a producir hasta 22 litros de leche al día en 2 ordeñadas. ✓ Su leche es baja en grasa y alcanza apenas de 3.2 a 3.5%. ✓ La raza Holstein es la mejor productora de las razas lecheras, por su amplia capacidad abdominal. ✓ Consume grandes cantidades de alimentos y agua. ✓ Sus crías son igual de exigentes y cuando no se les suministra los nutrientes adecuados tienen la tendencia a desmejorar su condición física de forma acelerada.	✓ Piel medianamente gruesa. ✓ Suave y elástica, que produce excelente cuero. ✓ Pelo uniformemente blanco o de color ligeramente crema, fino, suave y sedoso, suavemente encrespado, especialmente en la cabeza y en el morrillo.
---	--

Fuente: Buenas Prácticas Pecuarias del Ganado Bovino en Nicaragua, UNAN-RUCFA. **(BALTODANO, 2017).**

En Nicaragua la ganadería nacional prácticamente se encuentra en manos de pequeños y medianos productores y en la actualidad el 85% de las explotaciones bovina son de doble propósito, el cual se logra de los cruces de razas de carne y leche y del ganado criollo **(MAGFOR 2010).**

3.3 Razas lecheras

Son animales especializados para la producción de leche y cuentan con características fenotípicas especiales, tales como:

- ✓ Conformación corporal en forma de triángulo o cuña.
- ✓ Profundidad abdominal.
- ✓ Características femeninas.
- ✓ Glándulas mamarias.
- ✓ Pezones y arterias bien desarrolladas.

Aun cuando la vaca tenga el potencial genético y las características fenotípicas es necesario darle un manejo especial, con una alimentación adecuada, con agua limpia y abundante, minerales en las cantidades suficientes y bajo un programa de manejo sanitario adecuado. **(IBID, 2010).**

3.4 Propiedades y características fisicoquímicas de la leche de vaca

La composición de la leche de vaca ocupa un lugar preponderante desde el punto de vista comercial y de consumo humano, ya que de esto depende la calidad de los productos y sus precios. “La leche es un producto muy susceptible a las adulteraciones, por lo que su composición se determina en normas específicas de calidad e higiene, para de esta manera proteger al consumidor.” **(BUENO, 2017).**

“La leche es un producto de gran complejidad química y física constituida principalmente por agua y elementos nutritivos tales como grasa, glúcidos, proteínas, gran cantidad de minerales y una variedad de vitaminas. **En la tabla N° 2 se muestra la composición nutricional de la leche entera. (BUENO, 2017).**

Tabla 2: Composición nutricional de la leche entera

COMPONENTE	ENTERA
Agua, %	88.30
Proteína, %	3.20
Grasa %	0.70
Cenizas, %	4.50
Carbohidratos %	60.00
Energía, Kcal/100 g	10.00
Colesterol, mg/100 % total	-
Saturados	64.90
Monoinsaturados	28.30
Poliinsaturados	6.80

Fuente: (BUENO, 2017)

3.5 Composición nutricional de la leche de vaca y sus componentes

La leche es una compleja mezcla de distintas sustancias, presentes en suspensión o emulsión y otras en forma de solución verdadera y presenta sustancias definidas: agua grasa, proteína, lactosa, vitaminas, minerales; a las cuales se les denomina extracto seco o sólidos totales. Los sólidos totales varían por múltiples factores como lo son: la raza, el tipo de alimentación, el medio ambiente y el estado sanitario de la vaca entre otros. (Badui Dergal, Salvador, Química de los alimentos. **(Cuarta edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006).** En la tabla número 3 se muestra la Composición nutricional de la leche.

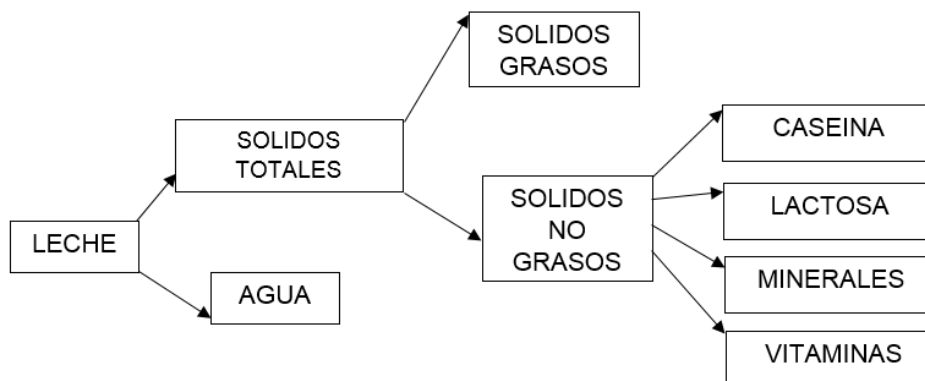
Tabla 3: Composición nutricional de la leche de vaca

Nutriente (gr.)	Vaca	Búfala	Mujer
Agua	88	84	87.5
Energía (kcal)	61	97	7
Proteína	3.2	3.7	1
Grasa	3.4	6.9	4.4
Lactosa	4.7	5.2	6.9
Minerales	0.72	0.79	0.2

Fuente: Cuarta edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006.

La leche está constituida por alrededor del 88% de agua y contiene en promedio 12% de sólidos totales. Se le han identificado más de 100 diferentes componentes que resultan relevantes para la nutrición humana, tal es el caso de las vitaminas (D, A, B12), los minerales (Ca, K y P), las proteínas (caseína) y otros factores benéficos para la salud (ácidos grasos omega 3 y 6) (BUENO, 2017). **En la figura N° 2 se muestran los principales componentes de la leche.**

Figura 2: Componentes de la leche de vaca



Fuente: (BUENO, 2017)

Existen varios factores que influyen la composición de la leche, tales como, la genética, la raza, la etapa de lactancia, el número de parto, la dieta (cantidades de granos o forrajes), el estado nutricional de la vaca y la época de parto **(BUENO, 2017)**. Sin embargo, dicha condición se neutraliza al juntar diferentes leches en el tanque de recibo o pipas de transporte, y durante el proceso de homogenización.

3.5.1 Agua

La leche contiene entre 86 y 90% de agua, el resto está integrado por sólidos disueltos o sólidos totales. Es el agua el disolvente de los compuestos solubles como son las vitaminas hidrosolubles, la lactosa y los minerales.

El agua no es un componente nutricional, pero determina muchas de las características fisicoquímicas de la leche y sus derivados, (viscosidad, propiedades termodinámicas, etc.); y es un factor clave en el crecimiento microbiano, palatabilidad, vida de anaquel de leche y derivados y punto de congelación de la leche **(BUENO, 2017)**.

El agua en la leche se puede encontrar en dos estados en relación con las proteínas: agua libre y agua ligada. El agua libre está en solución con sales minerales y lactosa pero independiente de sustancias insolubles. El agua ligada es la que encontramos retenida en las fases de emulsión y suspensión, no tiene capacidad de disolver porque está unida a proteínas ocupando cerca del 70% del espacio dentro de las micelas de las proteínas **(BUENO, 2017)**.

Existe una proporción no fija, pero en equilibrio, entre el agua ligada y el agua libre, que depende de condiciones de la leche tales como, temperatura, pH, concentración de sales, etc. El agua dentro de la ubre normalmente no es reabsorbida ya que los ductos secretores de leche son impermeables a la mayoría de los componentes, sólo se limitan a conducir y almacenar la leche dentro de la ubre. El agua que se le agrega a la leche (adulteración) es fácilmente detectable por diversos métodos analíticos. “Estos métodos están basados en el punto de congelamiento o punto de crioscopia de la leche o cambios en la refracción de la luz en el suero de la leche” **(BUENO, 2017)**.

3.5.2 Sólidos totales

Los sólidos totales en la leche se refieren en especial al contenido de grasa, lactosa, proteínas y minerales, o sea, a todos los componentes de la leche con excepción del agua; se calcula como la diferencia que hay entre el porcentaje de agua con respecto al cien por ciento.

El valor económico y nutricional de la leche está directamente asociado a los ST; a mayor contenido de sólidos totales mayor rendimiento al procesar la leche para obtención de queso u otros derivados **(BUENO, 2017)**.

Existe una diferencia en la producción promedio de sólidos totales entre razas lecheras, indicando que la raza Jersey produce leche con 14.5% de ST, la raza Holstein con 11.93%, la raza Suiza con 13.41% y las vacas de razas Cebuínas leche con 13.5% de sólidos totales **(BUENO, 2017)**.

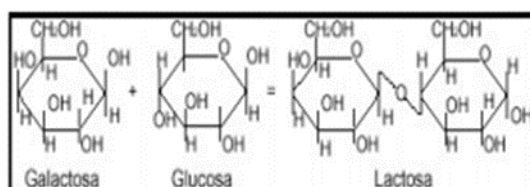
3.5.3 Componente graso

La grasa láctea se sintetiza en su inmensa mayoría en las células secretoras de la glándula mamaria y constituye cerca del 3% de la leche; se encuentra en forma de partículas emulsionadas o suspendidas en pequeños glóbulos microscópicos, cuyos diámetros pueden variar de 0.1 a 0.22 micrones que se encuentran rodeados de una capa de fosfolípidos que evitan que la grasa se aglutine y pueda separarse de

la parte acuosa. La grasa de la leche puede sufrir alteraciones causadas por la acción de la luz, del oxígeno y enzimas (lipasas). Los procesos hidrolíticos oxidativos conducen a la formación de peróxidos, aldehídos, cetonas y ácidos grasos libres, originándose así alteraciones del sabor que se hace sebáceo o rancio.

El contenido de grasa puede variar por factores como la raza y las prácticas de debidas a la alimentación, además, se mantiene constante en los diversos períodos de lactación, tan sólo en el calostro parece disminuir su porcentaje. Se ve afectada si por el estado sanitario de la ubre presentando disminuciones significativas cuando se presentan procesos inflamatorios o infecciosos **(Badui Dergal, Salvador, Química de los alimentos. Cuarta edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006).** En la figura número 3 se presenta la estructura molecular de la lactosa.

Figura 3: Estructura de la lactosa



Fuente: **(Badui Dergal, Salvador, Química de los alimentos. Cuarta edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006).**

Una proporción significativa de la población humana presenta intolerancia a la lactosa por no sintetizar suficiente cantidad de lactasa que es la enzima encargada de desdoblar la lactosa, y desarrollan síntomas de intolerancia a grandes dosis de lactosa, pero la mayoría puede consumir cantidades moderadas de leche sin padecer malestares. La fermentación de lactosa durante la industrialización baja su concentración en muchos productos, especialmente en los yogures y quesos. Además, leche fermentada con lactasa minimiza los problemas digestivos.

3.5.4 Sólidos Grasos

Desde un punto de vista práctico los lípidos tienen una importancia fundamental, ya que, confieren valor nutricional, textura y las propiedades organolépticas características de la leche y sus derivados (crema, quesos, mantequilla, etc.) **En la tabla N° 4 se muestran las clases principales de lípidos en la leche.**

Tabla 4: Principales lípidos en la leche.

LIPIDOS	CANTIDAD (%p/p)
Triglicéridos	98.30
Diacilglicérols	0.30
Monoacilglicérols	0.03
Ácidos grasos libres	0.10
Fosfolípidos	0.80
Esteroles	0.30
Carotenoides	Trazas
Vitaminas Liposolubles	Trazas
Componente de sabor	Trazas

Fuente: (BUENO, 2017)

Los lípidos en la leche se presentan en glóbulos microscópicos en una fase de emulsión. Tienen el propósito fundamental de ser una fuente de energía para la cría recién nacida.

Los productos de origen animal son una fuente importante de energía, especialmente los ácidos grasos, las vitaminas liposolubles y otros promotores de buena salud. “La grasa láctea representa el 48% de la energía de la leche entera, de la cual, el 62% corresponde a grasa saturada; el 30% a monoinsaturados; 4% polinsaturada y; 4% a otros tipos de ácidos grasos” (BUENO, 2017).

La grasa de la leche ha sido investigada ampliamente, sobre todo por la disponibilidad de la mantequilla en tres rubros principalmente: el primero es el aspecto económico, ya que se llega a pagar un sobreprecio por las concentraciones elevadas de grasa; el segundo, es por el valor nutricional de la grasa láctea y su aporte a la dieta humana y en tercer plano, por todos los roles no nutricionales que se le atañen a la grasa de la leche.

3.5.5 Sólidos no grasos

Los sólidos no grasos en la leche se refieren a los elementos como proteínas, lactosa, vitaminas y minerales, con excepción del contenido de agua y de lípidos.

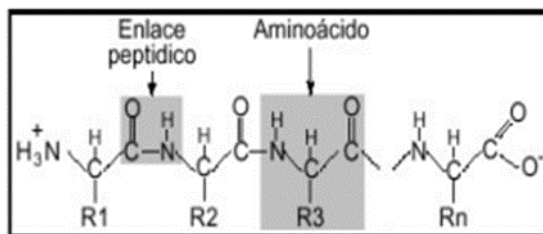
3.5.6 La caseína

Es la proteína más abundante, además de ser la más característica de la leche por no encontrarse en otros alimentos, existen tres tipos de caseínas (α , β y Kapa caseína), en la leche también se encuentra la albúmina y la globulina. **(Badui Dergal, Salvador, Química de los alimentos. Cuarta edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006).**

El valor biológico de la caseína en la alimentación obedece a su contenido en aminoácidos esenciales que se separan de la parte acuosa por acción de enzimas como la renina o la quimiocina, que son las responsables de la precipitación de la proteína en la elaboración de quesos.

El comportamiento de los diferentes tipos de caseína en la leche al ser tratada con calor, diferente pH (acidez) y diferentes concentraciones de sal, provee las características de los quesos, los productos de leche fermentada y las diferentes formas de leche. **En la figura número 4 se muestra la estructura general de las proteínas de origen lácteo.**

Figura 4: Estructura general de las proteínas lácteas



Fuente: **(Badui Dergal, Salvador, Química de los alimentos. Cuarta edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006).**

3.5.7 Carbohidratos: lactosa

La lactosa es el carbohidrato con mayor presencia en la leche y representa la fuente de energía (glucosa) más importante para el neonato sin resultar tan dulce como otros azúcares (sucrosa o fructosa). Representa alrededor del 54% de los sólidos no grasos en la leche y representa cerca del 30% de la energía aportada en la leche entera **(BUENO, 2017).**

El nombre del disacárido lactosa proviene del vocablo latino "lacto" que significa leche; más el sufijo "osa" que representa el nombre químico de los azúcares. Su

fórmula es igual que la sacarosa pero con diferencias en las estructuras cíclicas ($C_{12}H_{22}O_{11}$) y su peso molecular es 342.3 g/mol **(BUENO, 2017)**.

La lactosa es sintetizada en el epitelio de las células mamarias a partir de dos moléculas de glucosa que se absorben de la sangre. Una de las moléculas es fosforilada y convertida en galactosa para luego condensarse por medio de la enzima lactosa-sintetasa formando así el disacárido lactosa **(BUENO, 2017)**.

La lactosa tiene un rol básico en la síntesis de la leche ya que por sus características osmóticas aporta humedad. Gracias a la relación estrecha entre humedad y lactosa este elemento se convierte en el componente menos variable de la leche **(BUENO, 2017)**. La síntesis de lactosa extrae agua osmóticamente de las vesículas del aparato de Golgi de las células mamarias por lo que aumenta el volumen de leche y disminuye la concentración de caseína que hay dentro.

3.5.8 Elementos minerales

La leche de vaca contiene sodio, potasio, magnesio, calcio, manganeso, hierro, cobalto, cobre, fósforo, fluoruros, yoduros. Además, se reconoce la presencia de otros en cantidades vestigiales, como el aluminio, molibdeno y plata. En la membrana de los glóbulos grasos se encuentran en mayor concentración el calcio, cobre, hierro, magnesio, manganeso, fósforo y zinc. Una parte de los metales, sobre todo los alcalinos y los halógenos, se encuentran libres en forma de iones en solución. El calcio, por el contrario, se halla en su mayor parte ligado a la caseína. Tan sólo un tercio del calcio y del magnesio se encuentra en disociación iónica. Además de los cloruros y fosfatos, deben mencionarse también los citratos, presentes en una cuantía media de 2.3 gr/Lt.

Durante la duración de la lactancia descienden primero los contenidos de calcio y fósforo, para al final volver a aumentar ligeramente. Así mismo disminuye la tasa de potasio, mientras que la de sodio muestra desde el principio tendencia a aumentar. El contenido de calcio se ve influido por la época del año. La tasa de magnesio permanece prácticamente invariable. Reviste especial interés la cantidad de cobalto ya que este elemento es imprescindible para la síntesis de vitamina B12, tan importante para los animales y el hombre.

El cobre por su parte experimenta notables oscilaciones (entre 0 y 80 mg/L), la concentración de este mineral se halla disminuida en la leche de vacas que pastaron en llanuras ácidas. La leche de épocas secas es más pobre en cobre, que la de la época lluviosa. Las alteraciones secretoras, las enfermedades del metabolismo y

otros estados patológicos originan en su mayoría notables cambios en la concentración de los elementos minerales. Como primer signo de un trastorno secretor es particularmente frecuente que descienda la tasa de calcio, haciendo que la leche pierda sus propiedades de coagulación. **(Badui Dergal, Salvador, Química de los alimentos. Cuarta edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006).**

3.5.9 Minerales

Los minerales intervienen en todas las actividades químicas del cuerpo; pueden estar como iones inorgánicos, como sales o asociados a proteínas, grasas, carbohidratos y ácidos nucleicos **(BUENO, 2017)**. Se clasifican en macro y micro minerales según su concentración en la leche. **En la tabla 5 se muestra la concentración de macro minerales en leche de vacas; en la tabla N° 6 se muestra el contenido de minerales en 100 g de leche entera.**

Tabla 5: Concentración de macro minerales en leche de vacas

MINERAL	(mg L ⁻¹)
Sodio	350
Potasio	1360
Cloro	970
Calcio	1120
Fosforo	890
Magnesio	110

Fuente: (BUENO, 2017)

Tabla 6: Contenido de minerales en 100 g de leche entera

ELEMENTO TRAZA	CONTENIDO (µg)
Aluminio	46.00
Boro	27.00
Bromo	60.00
Cobalto	0.06
Cobre	13.00
Cromo	1.50
Estroncio	17.10
Flúor	15.00
Hierro	0.0492
Manganeso	2.20
Molibdeno	7.30
Níquel	2.70
Plata	4.70
Rubidio	200.00
Selenio (no selenífero)	4.00

Selenio (selenífero) >	127.00
Silicio	143.00
Vanadio	0.0092
Yodo	4.30
Zinc	0.03811

Fuente: (BUENO, 2017)

La leche y los productos lácteos son una fuente importante de minerales, sobretodo de calcio, fósforo, magnesio, potasio y algunos minerales traza como zinc. El sodio se encuentra elevado en la etapa de calostro pero los niveles decrecen con el establecimiento de la lactancia y vuelven a aumentar con el fin de la lactancia. Lo inverso sucede con el potasio y el cloro, ya que las concentraciones en el calostro son menores y luego aumentan. Las concentraciones de estos tres minerales en la leche son independientes del consumo de ellos en la dieta **(BUENO, 2017)**.

El contenido medio de calcio y fósforo en la leche de vaca es de 1120 y 890 mg L⁻¹, respectivamente. El calcio está más elevado en el calostro y al final de la lactancia pero varía según el consumo en la dieta o de la estación. El fósforo varía poco durante la lactancia, mientras que el magnesio llega a estar, incluso, al triple en el calostro para luego permanecer más o menos constante (110 mg L⁻¹) y no se afecta incluso cuando se remueve la grasa de la leche **(BUENO, 2017)**.

Los cationes más comunes son: K⁺, Na⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ que se balancean con la presencia de aniones como el Cl⁻, citrato y carbonatos **(BUENO, 2017)**.

3.5.10 Vitaminas

La palabra “vitamina” proviene del latín “vita” que significa vida y del componente nitrogenado “amino” (aunque no todas las vitaminas son aminos) **(BUENO, 2017)**.

Las vitaminas no pueden ser sintetizadas por el hombre pero son esenciales para el crecimiento, el mantenimiento y un metabolismo normal. La leche bovina es una fuente importante de vitaminas en la dieta humana, sobretodo de riboflavina y cobalamina. Las concentraciones en leche de vitaminas como la A y E dependerán de las características de la dieta, la estación del año y del contenido de grasa de la leche.

Las vitaminas liposolubles se asocian con la concentración de grasa en la leche mientras que las hidrosolubles o vitaminas del complejo B y la vitamina K son

sintetizadas dentro del rumen por la flora bacteriana, por lo que su deficiencia es poco probable **(BUENO, 2017)**.

La absorción de las vitaminas liposolubles depende de la presencia y absorción de la grasa de la dieta y de acción de las sales biliares (formación de micelas).

El consumo excesivo de este grupo de vitaminas resulta tóxico y la deficiencia tarda en presentarse ya que se almacenan en el tejido graso **(BUENO, 2017)**.

La leche es una fuente importante de vitamina A y D para niños y adultos; por ejemplo, la leche contribuye entre el 10 y 30% del consumo de vitamina A y entre el 40 y 60% para el caso de la vitamina D, siendo la fuente más importante para la dieta de los estadounidenses **(BUENO, 2017)**.

La vitamina A es importante para la visión, la diferenciación celular, crecimiento y reproducción; es precursora de los carotenoides que juegan un papel importante en la pigmentación amarillenta de la leche y mantequilla. Su presencia, al igual que otros componentes, dependen de la raza, la estación del año y la dieta **(BUENO, 2017)**.

La vitamina D, es también una vitamina liposoluble que juega un papel importante en la absorción de calcio y fósforo a nivel intestinal; su deficiencia reporta desmineralización de los huesos en jóvenes y adultos.

La vitamina E tiene características antioxidantes para las membranas celulares y lipoproteínas lo que probablemente se traduce en una más larga vida de anaquel de la leche y sus derivados **(BUENO, 2017)**.

La vitamina C es sintetizada en el hígado de las vacas y quizá en otros tejidos como el intestino o los riñones.

La tiamina o vitamina B1 se puede encontrar libre (50 a 70%), fosforilada (18 a 45%) o unida a proteínas (5 a 17%) (Jensen, 1995). La vitamina B12 o cobalamina es termoestable, las pérdidas por pasteurización o refrigeración son menores al 10%; se absorbe en el intestino delgado por digestión pancreática. En la leche la niacina tiene actividad cuando se presenta como niacinamida; el triptófano es su precursor **(BUENO, 2017)**.

Las vitaminas contenida en la leche tales como la A, D, E, K, B1, B2, B6, B12, C, carotenos, nicotinamida, biotina, ácido fólico, su concentración está sujeto a grandes oscilaciones. El calostro posee una extraordinaria riqueza vitamínica, contiene de 5 a 7 veces más vitamina C y de 3 a 5 veces más vitaminas B2, D y E que la leche normal. También influye la época del año, tiempo atmosférico, ambiente y la alimentación; este último factor repercute especialmente en los carotenos y en

la vitamina A como consecuencia de la abundante ingestión de carotenos cuando la base de la alimentación son forrajes frescos. La vitamina E por su parte es 10% más abundante en épocas en que el ganado tiene acceso a forraje más toscos, lo cual posiblemente dependa del mayor contenido graso de la leche en verano. Por lo general, la concentración de las vitaminas hidrosolubles se conserva constantemente. En la vitamina C se observan fluctuaciones dependiendo de la alimentación. Son variadas las influencias de la manipulación de la leche sobre su contenido vitamínico ya que en el simple almacenamiento se producen pérdidas de vitaminas, dependientes de la temperatura y de las radiaciones lumínicas. **(Badui Dergal, Salvador, Química de los alimentos. Cuarta edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006).**

3.5.11 Proteínas

La leche aparte de ser un alimento, también apoya funciones fisiológicas; éstas son llevadas a cabo principalmente por las proteínas y péptidos, incluyendo inmunoglobulinas, enzimas, enzimas inhibidoras, factores de crecimiento, hormonas y agentes antibacteriales **(BUENO, 2017).**

La leche de vaca es reconocida por ser una fuente excelente de proteína de alta calidad, elevado valor biológico y de fácil digestión. “Alrededor del 3.5% del peso de la leche es proteína y representa el 38% del total de sólidos no grasos” **(BUENO, 2017).**

El contenido proteico de la leche es heterogéneo ya que resulta de una mezcla de varias proteínas, enzimas y trazas de nitrógeno no proteico.

El porcentaje de proteína varía según la raza de la vaca y está en relación directa con la cantidad de grasa en la leche: cuanto mayor es la cantidad de grasa, mayor es la cantidad de proteína. La caseína es la proteína principal dentro de la leche (80%) precipita a un pH de 4.6, propiedad que es utilizada para la fabricación de diversos quesos y derivados **(BUENO, 2017).**

3.5.12 La albumina

Es la proteína de la leche, que sigue en cantidad a la caseína, con una cifra aproximada de 0.5%. Mientras que la caseína es relativamente estable a la acción del calor, las albúminas se desnaturalizan con facilidad al calentarlas. Por esta razón durante el proceso de calentamiento a altas temperaturas se destruye gran parte de

la proteína sérica. **(Badui Dergal, Salvador, Química de los alimentos. Cuarta edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006).**

3.5.13 Las globulinas

De la leche, son proteínas de alto peso molecular que se encuentran preformadas en la sangre **(Badui Dergal, Salvador, Química de los alimentos. Cuarta edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006).**

También es posible que parte se produzca en las células del parénquima mamario. Son las proteínas que más fluctuaciones experimentan en el transcurso de un período de lactación, desde 9% al 16% del total de la proteína, que es la tasa que puede alcanzar en el calostro, disminuye hasta ser de sólo unas milésimas de dicho porcentaje en las últimas etapas de la lactancia.

Los anticuerpos o inmunoglobulinas que se encuentran en el calostro son proteínas que se encuentran en el torrente sanguíneo, y hacen parte del Sistema inmunológico cuya función es neutralizar y ayudar a destruir bacterias, así como otras partículas extrañas que hayan invadido el cuerpo; debido a esto se hace necesario el consumo de calostro en las primeras horas de vida del neonato.

3.5.14 Enzimas

Las enzimas contenidas en la leche se aprovechan para efectos de inspección y control, ya que muchas de ellas influyen en la calidad de la leche y en el origen de distintas alteraciones. Las enzimas de la leche carecen de valor desde el punto de vista alimenticio, sobre todo para los organismos ya desarrollados **(Badui Dergal, Salvador, Química de los alimentos. Cuarta edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006).**

Las enzimas lácteas tienen dos orígenes: las corporales y las enzimáticas. Las primeras llegan directamente a la leche -en la que se encuentran en forma libre-procedentes de la sangre, o bien de las células corporales. Pero también pueden llegar a la leche con las células. En ambos casos se trata de enzimas originadas en el organismo. Las segundas se originan en la leche misma, producto de la acción de los gérmenes **(Badui Dergal, Salvador, Química de los alimentos. Cuarta edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006).**

Existen dos grupos de enzimas: las hidrolasas cuyo mecanismo de acción se caracteriza por un desdoblamiento hidrolíticos, a este grupo pertenecen entre otras, las esterasas, lipasas, carbohidratasas y proteasas. Entre las esterasas es

importante la lipasa que actúa cuando la leche es depositada sin refrigeración, dándole un sabor rancio **(Badui Dergal, Salvador, Química de los alimentos. Cuarta edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006).**

Las lipasas se inactivan a temperaturas superiores a los 60°C, por lo tanto, no son evidenciables después de la pasteurización. A las esterasas pertenecen también las fosfatasas que se dividen en ácidas y alcalinas, la fosfatasa alcalina se encuentra preferentemente en la membrana proteica de los glóbulos grasos y es inactivada al someter la leche a procesos de calentamiento (62°C durante 30 minutos o a 72°C 15 segundos); **(Badui Dergal, Salvador, Química de los alimentos. Cuarta edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006).**

El otro grupo importante de enzimas son las oxido-reductasas, las más importante son la catalasa y la peroxidasa que sirven como indicadoras de la calidad microbiológica de la leche **(Badui Dergal, Salvador, Química de los alimentos. Cuarta edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006).**

3.6 Características Generales de la leche de vaca

La leche fresca de vaca deberá presentar aspecto normal, estará limpia y libre de calostro, preservadores, antibióticos, colorantes, materias extrañas y sabores u olores objetables o extraños.

La leche se obtendrá de vacas acreditadas como sanas, es decir libres de toda enfermedad infectocontagiosa tales como tuberculosis, brucelosis y mastitis.

A partir del momento de obtención de la leche se someterá a filtración y enfriamiento inmediato a 4 °C, en el momento de a entrega podrá estar a una temperatura no mayor de 10 °C).

La leche tiene una estructura física compleja con tres estados de agregación de la materia:

- ✓ Emulsión, en la que se encuentran, principalmente, las grasas.
- ✓ Disolución coloidal de parte de las proteínas.
- ✓ Disolución verdadera del resto de las proteínas, la lactosa y parte de los minerales.

Por tanto, podemos definir la leche como una suspensión coloidal de partículas en un medio acuoso dispersante.

Sabor: La leche fresca normal tiene un sabor ligeramente dulce debido principalmente a su alto contenido de lactosa; todos los elementos participan en la sensación del sabor que percibe el consumidor **(BUENO, 2017)**.

Olor: La leche recién ordeñada tiene un olor característico, que desaparece rápidamente con la manipulación y adquiere el olor de los recipientes que la contiene.

Color: La leche es un líquido blanquecino amarillento y opaco, color característico que se debe principalmente a la dispersión de la luz por las micelas de fosfocaseinato de calcio. Los glóbulos grasos también contribuyen con el color blanquecino. El caroteno y la Riboflavina contribuyen al color amarillento (BUENO, 2017).

Viscosidad:

La viscosidad de la leche está dada por el grado de resistencia a fluir, ósea que es el coeficiente de frotamiento entre las moléculas. La viscosidad aumenta con la disminución de la temperatura, el incremento del contenido graso, la homogenización, fermentación, envejecimiento y altas temperaturas seguidas de enfriamiento **(BUENO, 2017)**. **En la tabla N° 7 se muestran los Requisitos Fisicoquímicos de la Leche entera.**

Tabla 7: Requisitos Fisicoquímicos de la Leche entera.

Densidad Relativa 20 °C	1,028 – 1,032
Materia Grasa (% fracción de masa)	Min 3.0
Acidez titulable como ácido láctico (% fracción de masa)	0.13 – 0.17
Sólidos Totales (% fracción de masa)	Min 11.2
Sólidos no grasos (% fracción de masa)	Min 8.2
Cenizas (% fracción de masa)	Min 0.65
Punto de congelación	-0.536 – 0.512
Proteínas (% fracción de masa)	Min 2.9
Ensayo de la reductasa (horas)	Min 3
Reacción estabilidad proteína	Negativo
Presencia de conservantes	Negativo
Presencia de neutralizantes	Negativo
Presencia de adulterantes	Negativo
Grasas vegetales	Negativo
Suero de leche	Negativo
Prueba de Brucelosis	Negativo
Residuos de medicamentos	Negativo
Veterinarios	Negativo

Fuente: (BUENO, 2017)

En lo que se refiere a los sólidos o materia seca la composición porcentual más comúnmente hallada es la siguiente:

- ✓ Materia grasa (lípidos): 3.5% a 4.0%
- ✓ Lactosa: 4.7% (aprox.)
- ✓ Sustancias nitrogenadas: 3.5% (proteínas entre ellos)
- ✓ Minerales: 0.8%

A pesar de estos porcentajes en la composición de la leche se acepta como los más comunes, no es fácil precisar con certeza los mismos, pues dependen de una serie de factores **(BUENO, 2017)**.

Dicho lo anterior, Las propiedades fisicoquímicas de la leche son las siguientes:

pH: Generalmente la leche posee una reacción iónica casi neutra, la leche de vaca posee una reacción cercana a la neutralidad con un pH promedio comprendido entre 6.5 y 6.8 como consecuencia de la presencia de caseína, se debe recalcar que el pH puede variar gracias a diversos factores como el ciclo de lactación y la alimentación del mamífero **(Trujillo, 2019)**

Acidez: La leche fresca es neutra al tornasol, cuando envejece o está mal conservada aumenta su acidez, la valoración de la misma se consigue agregando, gota a gota, solución de hidróxido de sodio 0,1N, hasta que la fenolftaleína adquiera color rojo, la acidez normal es de 14 a 200 DORNIC. Si la leche tiene más de 250 DORNIC es inapto para el consumo humano **(Trujillo, 2019)**

Viscosidad: La leche tiene una viscosidad más alta que el agua, esto se debe, más que todo, a la materia grasa en fase globular y las macromoléculas proteicas. La viscosidad media a 20°C, en centipoises en la leche entera es 2,2 **(Trujillo, 2019)**

Densidad: Éste valor no es constante ya que depende de varios factores como la concentración de los elementos disueltos y en suspensión además de la proporción de materia grasa. La densidad de las leches varía individualmente, los parámetros promedios se encuentran entre 1,030 y 1,033 g/mL a la temperatura de 15° **(Trujillo, 2019)**

Potencial de óxido-reducción: La leche de vaca fresca posee un potencial "redox" (Eh) positivo comprendido entre +0,20 y +0,30 volt. Se determina por la diferencia del potencial creado por un electrodo de platino colocado en una solución se mide con referencia a un electrodo de calomelanos tomados como patrón. Un valor positivo indica propiedades oxidantes y un valor negativo indica las propiedades reductoras **(Trujillo, 2019)**

Punto de ebullición: la leche hierve por encima de los 100°, entre 100,17° y 100,15°, pero en el curso del calentamiento se producen cambios en el equilibrio de los estados que influyen sobre el resultado. **(Trujillo, 2019)**

3.7 Examen Organoléptico de la Leche de vaca

Es la primera prueba que se debe realizar luego de levantar la tapa de los tarros.

La palabra organoléptico significa que causa una impresión sobre uno de los sentidos en particular la vista, olfato, gusto y tacto. La percepción y la correlación de las impresiones sensoriales determinan que un alimento se acepte o se rechace.

Aspecto

Debe ser homogéneo, libre de materias extrañas, como grumos, restos de calostro, hierba y demás materias que puedan cambiar el aspecto.

Color

El color normal de la leche varía de blanco porcelana a blanco amarillento. El color original se debe a la presencia de los glóbulos de grasa, caroteno y riboflavina.

La riboflavina, los carotenoides (componentes de la grasa) y el tamaño de los glóbulos de grasa influyen en el color de la leche, por esta razón, cuando se deja la leche en reposo en la parte superficial aparece el cuello de nata de color amarillento.

La leche descremada y la leche aguada son de color azulado **(BUENO, 2017)**.

3.7.1 Causas normales de variación del color de la leche de vaca

Si los alimentos tienen color pueden cederlo a la leche. Las sustancias medicamentosas y los conservadores químicos añadidos pueden transmitir su color a la leche.

Los microorganismos debido a los pigmentos que producen, pasadas las 24 horas después del ordeño, pueden proporcionar colores anormales (rojo o azul). Las heridas en las ubres y enfermedades mastíticas hacen que la leche se vuelva de color rojizo o amarillento, respectivamente **(BUENO, 2017)**.

Sabor

El sabor normal de la leche es dulce, pero a veces suele encontrarse sabores anormales por causas que luego se indicaran. El gusto puede informarnos en forma cualitativa sobre la composición de la leche, tales como: sales, lactosa, acidez, cantidad de grasa, etc.

3.8 Causas que originan los sabores en la leche de vaca

3.8.1 De origen bacteriano

Al permanecer la leche almacenada por largo tiempo o cuando ha sido ordeñada en condiciones no higiénicas puede volverse de sabor agrio. Los diversos fermentos naturales o añadidos participan un sabor a cocido, metálico u oxidado.

El *Bacillus faetidus lactis* puede proporcionar un sabor a podrido. Los microorganismos que contaminan a la paja de las camas en los establos producen en sabor jabonoso (BUENO, 2017).

3.9 Leches fermentadas

Un alimento fermentado es un tipo de producto alimenticio caracterizado por diversas degradaciones de los carbohidratos. La mayoría de los alimentos fermentados contienen una mezcla compleja de carbohidratos, proteínas, grasas y otros compuestos, que se modifican simultáneamente a través de la acción de diversos microorganismos y enzimas. En las fermentaciones alimentarias específicas se requiere controlar los tipos de microorganismos responsables y las condiciones ambientales necesarias para producir el producto deseado (Socayentepe, 2015).

Uno de los subproductos lácteos que tiene gran demanda a nivel mundial es el yogurt, clasificándose como un derivado lácteo fermentado. Un derivado lácteo se refiere a que la leche después de la pasteurización es inoculada con una mezcla de microorganismos específicos que utilizan los distintos nutrientes, desarrollando sabor y textura característicos.

Estos inóculos deben ser viables, activos y abundantes en el producto final. Actúan sobre el azúcar de la leche formando ácido láctico. Esto disminuye en pH lo que produce la coagulación de las proteínas de la leche, responsable de la consistencia semisólida y cremosa.

Para contener los microorganismos vivos y en un número estipulado deben conservarse en frigorífico. Los productos que sufren tratamiento término posterior son en realidad postres o leches termizadas.

Otro derivado lácteo de gran consumo en muchas regiones del mundo, es el Kéfir originario de Asia Central, en los que la naturaleza de los inóculos actúa sobre el azúcar de la leche y/o valor agregado (edulcorantes o saborizantes), donde además

de producirse una fermentación láctica también se genera una fermentación alcohólica.

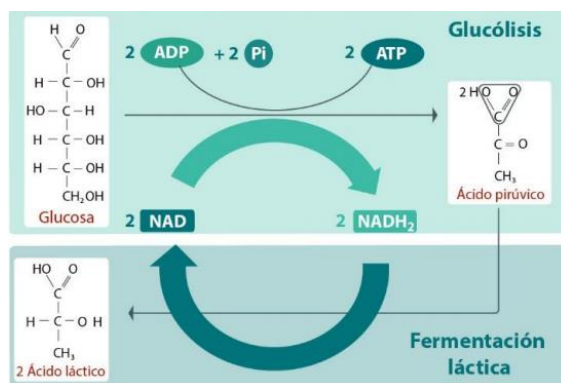
3.10 FERMENTACIÓN LÁCTICA

Es un proceso celular anaeróbico donde se utiliza glucosa para obtener la energía y donde el residuo es el ácido láctico, éste procedimiento lo realizan muchas bacterias, hongos, algunos protozoos y en los tejidos animales. Esto ocurre gracias a que los microorganismos toman la glucosa presente en algunos alimentos y la transforman en ácido láctico y dióxido de carbono **(Trujillo, 2019)**.

Las bacterias que producen el ácido láctico son el *Lactobaccillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* y *Streptococcus thermophilus*. Estos microorganismos responsables de la fermentación se encuentran en la leche **(Trujillo, 2019)**.

Por medio de la fermentación láctica el metabolismo del piruvato es reducido a lactato a través de la reacción de glucólisis, la cual necesita de glucosa y de la coenzima NAD⁺ (nicotinamida adenina dinucleótido) para producirse, y en ausencia de oxígeno, el NADH no se puede oxidar a NAD⁺ (y se interrumpe la glucólisis) el mismo que es esencial para que ocurra el proceso de oxidación del piruvato. En estas circunstancias el piruvato se reduce a lactato, aceptando los electrones del NADH y produciendo así el NAD⁺, imprescindible para seguir la glucólisis y obtener energía ATP. Éste tipo de fermentación es responsable de la elaboración de productos lácteos acidificados ya que el ácido láctico tiene excelentes propiedades conservantes de los alimentos **(Trujillo, 2019)**. En la figura N° se muestra la 5 Reacción de la fermentación láctica.

Figura 5: Reacción de fermentación tipo Láctica



Fuente: (Trujillo, 2019)

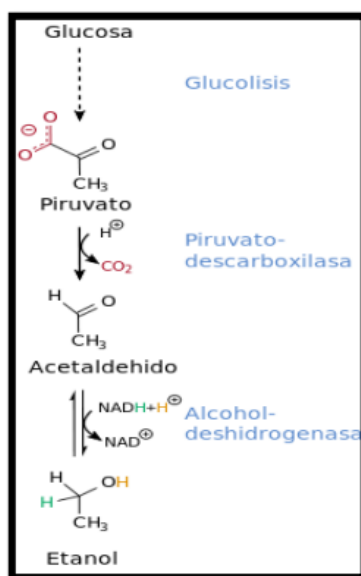
3.11 FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

La fermentación alcohólica conocida también como etanol o incluso etílica, es un proceso biológico en plena ausencia de aire (O_2), producido por el metabolismo de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono (azúcares como glucosa, sacarosa, fructosa y almidón) para obtener como productos finales: un alcohol en forma de etanol cuya fórmula química es CH_3CH_2OH , dióxido de carbono CO_2 en forma de gas y moléculas de ATP que consumen los propios microorganismos en su metabolismo celular energético anaeróbico (Trujillo, 2019).

La fermentación alcohólica tiene como finalidad biológica proporcionar energía, en ausencia de oxígeno, a los microorganismos unicelulares anaeróbicos. Para ello disgregan las moléculas de glucosa y obtienen la energía necesaria para sobrevivir produciendo alcohol y CO_2 como desechos, resultado de la fermentación (Trujillo, 2019).

Las levaduras son cuerpos unicelulares que se denominan microorganismos anaeróbicos facultativos, están presentes de forma natural en algunos alimentos como frutas, cereales y verduras. Se puede decir que el 96% de la producción de etanol lo llevan a acabo hongos microscópicos, diferentes especies de levaduras entre las que se encuentran principalmente *Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromyces fragilis*, *Torulaspora* y *Zymomonas mobilis* (Trujillo, 2019). En la figura N° 6 se muestra la Reacción de la fermentación alcohólica.

Figura 6: Reacción de fermentación tipo alcohólica



Fuente: (Trujillo, 2019)

3.12 Alimentos Probióticos

Los alimentos funcionales son considerados como alimentos que promueven la salud o previenen enfermedades, más allá de su usual valor nutricional. Actualmente se han convertido en productos de la canasta familiar, debido a las características atribuidas para mejorar y cuidar la salud, especialmente en personas con enfermedades crónico-degenerativas **(Mena C, 2007)**.

Los microorganismos probióticos aparecen en el tracto gastrointestinal del hombre desde etapas tempranas de la vida, pero al pasar el tiempo y debido a factores como la edad, la dieta, el ambiente, el estrés y la medicación, descienden a cantidades que pueden llegar a ser muy pequeñas lo cual puede favorecer el crecimiento de bacterias patógenas **(Corrales C, 2007)**.

Cuando se logra que los probióticos se conserven en número o vuelvan a alcanzar niveles importantes en el intestino, el hospedero puede experimentar una serie de beneficios como el mejoramiento de la tolerancia a la lactosa, acción contra bacterias patógenas y el mejoramiento de la respuesta inmune, reducción del colesterol sanguíneo y una mejor respuesta antitumoral. Cabe destacar, que los beneficios citados anteriormente, no son generales de todos los probióticos sino de cepas específicas **(Corrales C, 2007)**.

Las cepas utilizadas pertenecen, en su mayoría, a los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, que son comensales humanos han sido aplicados históricamente de forma segura en la fermentación de alimentos **(Sanz Y, 2003)**.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) redefinió los probióticos ((FAO). 2006), como microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades apropiadas, confieren al hospedero un beneficio para la salud. Entre los *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* que son probióticos se encuentran cepas determinadas como el *Bifidobacterium longum*, *B. lactis*, *B. infantis*, *Lactobacillus casei*, *L. acidophilus*, *L. reuteri*, *L. plantarum* y *L. delbrueckii*ssp. *bulgaricus* **(Corrales C, 2007)**.

Con respecto a la producción y el almacenamiento, los requisitos más importantes son que las bacterias probióticas sobrevivan en el producto en la cantidad suficiente, que se garantice su estabilidad física y genética durante el almacenamiento y que se mantengan todas sus propiedades benéficas esenciales después del consumo. Los probióticos no deben tener efectos adversos en el sabor o aroma del producto y no deberán aumentar la acidez durante el almacenamiento de este **(Heller, 2008)**.

En general, se considera necesario que diariamente entre 10⁹ y 10¹⁰ organismos viables alcancen el intestino delgado. Por ello, se sugiere que estos productos mantengan unos valores de viables de 10⁶-10⁷ UFC/ml g. De hecho, en Japón, la Asociación de Leches Fermentadas y Bebidas Lácteas, y en Suiza, el Organismo de Regulación Alimentaria, han establecido que los productos que contengan bifidobacterias deben presentar valores de 10⁶-10⁷ UFC/mL, respectivamente (**Shin H, 2000**).

En el desarrollo de productos con probióticos se deben considerar las características fisicoquímicas del alimento al que se piensan introducir, así como las condiciones de procesamiento a las que éste es sometido, todo esto, para no contrarrestar la actividad probiótica de las bacterias utilizadas.

3.12.1 Beneficios asociados al consumo de microorganismos probióticos

Entre las condiciones relevantes para la supervivencia de los microorganismos probióticos está la temperatura, esta condición se debe tener en cuenta, estableciendo el momento apropiado para la adición de los microorganismos sin causar la muerte de estos por efecto de las altas temperaturas que se deben manejar en la operación de empaque. Las condiciones óptimas y máximas de temperatura. **En la tabla número 8 se muestra las temperaturas de crecimiento de especies de probióticos.**

Tabla 8: Temperaturas de crecimiento de especies de probióticos

Especies	Temperatura de Crecimiento °C		
	Mínimo	Optimo	Máximo
<i>Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus</i>	22	45	52
<i>Lactobacillus delbrueckii subsp. Lactis</i>	18	40	50
<i>Lactobacillus helveticus</i>	22	42	54
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	27	37	48
<i>Lactobacillus kéfir</i>	8	32	43
<i>Lactobacillus brevis</i>	8	30	42
<i>Lactobacillus casei</i>	-	30	-
<i>Streptococcus thermophilus</i>	22	40	52
<i>Lactococcus lactis subsp. Lactis</i>	8	30	40

<i>Lactococcuslactissubsp. Cremoris</i>	8	22	37
<i>Lactococcuslactis subsp. Lactisbiovar.</i>	8	22-28	40
<i>Leuconostocmesenteroides</i>	4	20-28	37
<i>Leuconostocmesenteroides subsp.Dextranicum</i>	4	20-28	37
<i>Bifidobacterium(bifidum, infantis, etc)</i>	22	37	48

Fuente: (Heller, 2008)

3.12.2 Mejora del metabolismo de la lactosa

Uno de los efectos probióticos más consistentes y reproducibles es la disminución de los síntomas asociados con la mala absorción de lactosa. La presencia de lactasa en la mucosa intestinal va disminuyendo conforme pasan los años, y es relativamente frecuente que aparezca sintomatología de intolerancia a la lactosa en edades avanzadas hasta en un 15 ó 20% de la población **(GUARNER, 2002)**.

La intolerancia congénita a la lactosa es causada por una deficiencia en la enzima β -galactosidasa a nivel intestinal, resultando así en la imposibilidad de digerir este disacárido. Los individuos que la padecen desarrollan diarrea, flatulencia, dolor abdominal e incluso fiebre luego del consumo de leche, aunque los síntomas varían con el grado de intolerancia. Estos síntomas se deben a que la lactosa no digerida llega al intestino grueso y es fermentada por microorganismos del colon **(Unknown, 2004)**.

3.12.3 Mejoría del sistema inmune

Las bacterias probióticas tienen una acción estimulante sobre el sistema inmunológico del huésped, ya que actúan tanto sobre las células implicadas en la inmunidad natural, como en las relacionadas con la inmunidad específica y también sobre los macrófagos **(CABRERA, 2005)**.

Según **(TARANTO, 2005)**, es deseable que las bacterias ácido lácticas en los alimentos funcionales sean capaces no sólo de inducir una inmune estimulación a nivel de mucosas, sino también de garantizar la ausencia de efectos colaterales tales como la translocación microbiana (pasaje a través de la mucosa intestinal hacia órganos extra intestinales como hígado y bazo) y la alteración de la

permeabilidad intestinal debido a una respuesta inflamatoria exacerbada. Por este motivo, es imprescindible evaluar la habilidad de la cepa probiótica para interactuar con el intestino.

3.12.4 Desarrollo de productos lácteos con probióticos

Las tendencias mundiales de la alimentación, en los últimos años, indican un interés acentuado de los consumidores hacia ciertos alimentos, que además del valor nutritivo aporten beneficios a las funciones fisiológicas del organismo humano. Estas variaciones en los patrones de alimentación generaron una nueva área de desarrollo en las ciencias de los alimentos y de la nutrición que corresponde a la de los alimentos funcionales **(ALVÍDREZ, 2002)**.

Desde hace aproximadamente treinta años, la industria alimentaria ha mostrado un desarrollo impresionante en cuanto a productos modificados en el contenido de sustancias, las cuales se ha demostrado científicamente que son beneficiosas para la salud. En la década de los noventa, surge el concepto de las propiedades funcionales, lo cual ha promovido la formulación de productos con características específicas, destacándose el desarrollo de los productos con probióticos, prebióticos, fitoesteroles y fibras **(SEDÓ, 2002)**.

La industria láctea en particular, ha hecho uso de los microorganismos probióticos para el desarrollo de nuevos productos, de manera que, para el año 2005, se estimaba un total de 80 productos enriquecidos con probióticos alrededor del mundo **(CHAMPAGNE, 2005)**. Las cepas más utilizadas han sido algunas del género *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, ya sea solas o combinadas; esto debido a que algunos estudios han comprobado el efecto sinérgico en el tracto gastrointestinal del huésped al suministrar una mezcla de microorganismos, como, por ejemplo, *L. acidophilus* con *Bifidobacterium lactis*.

Algunos de los principales factores que deben ser considerados durante el desarrollo de productos con microorganismos probióticos son, la selección de la cepa, propiedades biológicas del cultivo, selección de una tecnología adecuada, dosis de inoculación, toxicidad de la cepa, adaptación de los microorganismos a las etapas del proceso, tipo de sustrato, competencia entre diferentes cultivos, estabilidad durante el almacenamiento, así como posibles cambios sensoriales en el producto, entre otros **(CHAMPAGNE, 2005)**.

3.13 Yogurt

Dentro de lo que son los productos fermentados existen bebidas que a lo largo de la historia se les ha consumido en todo el mundo, teniendo una gran influencia en la alimentación de nuestros hogares, estos productos son el yogurt, el kéfir **(Balcázar, 2011)**.

El yogurt es procedente de la leche de vaca que sufre un proceso microbiológico y que fue fuente de alimentación de muchos pueblos antiguos, con sus diferentes variedades. Sus características organolépticas y sus propiedades nutricionales son aprovechadas y finalmente están presentes en las diferentes propuestas gastronómicas **(Balcázar, 2011)**.

3.13.1 Origen del Yogurt

Es muy difícil establecer un lugar de origen del Yogur ya que es un producto que se consumía antes que la agricultura iniciara, sin embargo hay indicios que explican que el yogurt se originó en Europa Oriental donde hoy se ubica la república de Turquía. Por otra parte hay algunos datos que indican que su origen se dio en los Balcanes, Bulgaria o Asia Central **(Balcázar, 2011)**.

El yogurt fue descubierto por accidente; se dice que en un comienzo las personas que conformaban los pueblos ganaderos trasladaban leche fresca que recolectaban de los animales, en bolsas fabricadas con piel de cabra, en donde gracias al calor, las bacterias se multiplicaban y daban como resultado la leche fermentada de consistencia semisólida y coagulada **(Balcázar, 2011)**. **En la figura N° 7 se muestra como se transportaba el yogurt.**

Figura 7: Transporte del Yogurt



Fuente: **(Balcázar, 2011)**

Este descubrimiento fue de suma importancia para estos pueblos, ya que, gracias a la fermentación de la leche, esta se conservaba más tiempo, prolongando su vida

útil del producto y generando una serie de características organolépticas agradables **(Balcázar, 2011)**.

El yogurt tuvo mucha importancia en todo el oriente de Europa, debido a los beneficios que aportaba a la salud, y se le denominaba de diferentes formas en algunos lugares antiguos de Turquía o de la Zona de oriente de Europa **(Balcázar, 2011)**.

Es por eso que en Rusia se le conocía como KUMIS en el siglo IV A.C. Mientras que en algunos textos médicos árabes se lo llamaba LEBEL 633 A.C. el nombre de yogurt nace en Turquía, ya que ellos en un principio lo llamaban YOGURUT. ET DAHI y el suero ácido aparecen en la India entre los siglos VII y VIII A.C. se lo llamó AIRAN, en Asia Central, en el siglo XII D.C. al igual que el KHERAN en Rusia y TARHO en Hungría en el siglo XIV **(Balcázar, 2011)**.

3.13.2 Que es el Yogurt

Algunas definiciones de yogurt por organismos nacionales e internacionales lo definen de las siguientes maneras:

Yogur, palabra turca que significa “leche espesa”, es un alimento lácteo fermentado, de acuerdo al Codex Alimentarius, el yogurt es leche (usualmente de vaca en la actualidad) que ha sido fermentada con *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* bajo condiciones definidas de tiempo y temperatura. Cada especie de bacterias estimula el crecimiento de la otra, y los productos de su metabolismo combinado dan como resultado la textura cremosa característica y el ligero sabor ácido. También el yogurt contiene otros aditivos tales como sólidos lácteos, azúcares, frutas, etc. **(Socayentepe, 2015)**.

De acuerdo a la FAO, el yogurt es un producto coagulado, obtenido por la fermentación ácido láctica a través de la acción del *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus termofilus*, en leche o productos lácteos (con o sin adición de leche en polvo o suero); los microorganismos en el producto final deben ser viables y abundantes **(Socayentepe, 2015)**.

También como un producto obtenido por la fermentación láctica, mediante la acción de *Lactobacillus bulgaricus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Streptococcus salivarius subsp thermophilus*, a partir de leche pasteurizada y/o productos obtenidos de la leche con o sin modificaciones en su composición pasteurizado; pudiendo o no agregarse otros cultivos de bacterias adecuadas productoras de ácido láctico, además de los cultivos esenciales. Estos cultivos esenciales serán viables, activos y abundantes en el producto hasta la fecha de duración mínima. Si el Yogurt es

tratado térmicamente luego de la fermentación no se aplica el requisito de los microorganismos viables **(Socayentepe, 2015)**

La primera es una bacteria láctica que se desarrolla en forma óptima entre 42 y 50°C y proporciona la acidez característica del yogurt. La segunda es otra bacteria láctica que contrariamente se reproduce a temperaturas entre 37 y 42°C y se encarga de dar el aroma característico del yogurt. Según La textura final el yogurt puede ser aflanado (de aspecto gelatinoso) o líquido (bebible) **(Socayentepe, 2015)**.

3.13.3 Clasificación del Yogurt según (Socayentepe, 2015)

Actualmente la industria láctea elabora los diferentes tipos de yogurt, los cuales difieren en su composición química, método de producción, sabor, consistencia, textura y proceso post-incubación entre ellos están: yogurt aflanado, yogurt batido, yogurt líquido (Balcázar, 2011). A continuación, se detallan su clasificación:

- ✓ **Yogurt batido:** Yogurt cuya fermentación se realiza en los tanques de incubación produciéndose en ellos la coagulación, siendo luego sometido a un tratamiento mecánico **(Socayentepe, 2015)**
- ✓ **Yogurt bebible:** Yogurt batido, que ha recibido un mayor tratamiento mecánico **(Socayentepe, 2015)**
- ✓ **Yogurt aflanado:** Yogurt cuya fermentación y coagulación se produce en el envase individual listo para la venta **(Socayentepe, 2015)**
- ✓ **Yogurt tradicional o natural:** yogurt sin adicción de saborizantes, azúcares y/o colorantes, permitiéndose sólo la adición de estabilizadores y conservadores, según indica el apartado 6.4 del presente NTP. **(Socayentepe, 2015)**.
- ✓ **Yogurt Aromatizado:** Yogurt cuya composición ha sido modificada mediante la incorporación de un máximo de 30% (m/m) de ingredientes no lácteos (tales como carbohidratos nutricionales y no nutricionales, frutas, verduras, jugos, purés, pastas preparados y conservadores derivados de los mismos, cereales, miel chocolate, frutos secos, café, especias y otros alimentos aromatizantes naturales e inocuos y/o sabores. Los ingredientes no lácteos pueden ser añadidos antes o después de la fermentación **(Socayentepe, 2015)**.

Ciertas leches fermentadas se caracterizan por un cultivo específico (o cultivos específicos) utilizado para la fermentación **(Socayentepe, 2015)**. En la tabla N° 9 se muestra los cultivos específicos según la naturaleza del producto.

Tabla 9: Cultivos específicos

Yogur	Cultivos simbióticos de <i>Streptococcus thermophilus</i> y <i>Lactobacillus delbrueckii subesp. Bulgaricus</i> .
Yogur en base a cultivos alternativos	Cultivos de <i>Streptococcus thermophilus</i> y toda especie <i>Lactobacillus</i>
Leche acidófila	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
Kéfir	Cultivo preparado a partir de gránulos de Kefir, <i>Lactobacillus</i> kefirí, especies del género <i>Leuconostoc</i> , <i>Lactococcus</i> y <i>Acetobacter</i> que crecen en una estrecha relación específica. Los gránulos de kéfir constituyen tanto levaduras fermentadoras de lactosa (<i>Kluyveromyces marxianus</i>) como levaduras fermentadoras sin lactosa (<i>Saccharomyces unisporus</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> y <i>Saccharomyces exiguus</i>).
Kumys	<i>Lactobacillus del brueckii sub esp. bulgaricus</i> y <i>Kluyveromyces marxianus</i>

Fuente: (Socayentepe, 2015)

De lo anterior se puede observar que se señala al kéfir, por ello se debe tener en cuenta las diferencias que existen entre el yogurt y el kéfir, para esto **en la tabla N° 10 se muestran las diferencias entre el yogurt y kéfir.**

Tabla 10: Diferencias entre yogurt - kéfir

YOGURT	KÉFIR
Es espeso	Su consistencia se puede decir que es más ligera que la de un yogurt y más espesa que una leche saborizada.
Posee la caseína cuajada	Posee la caseína solubilizada
Los microorganismos que se usan para su preparación son de tipo <i>Streptococcus thermophilus</i> y <i>Lactobacillus bulgaricu</i>	Contiene especies de bacterias como: <i>Lactococcus lactis</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i> , <i>Lactobacillus casei</i> y <i>Lactobacillus</i> kéfir. Además, que contiene las siguientes levaduras: <i>Kluyveromyces marxianus</i> , <i>Saccharomyces omnisporus</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Saccharomyces exiguus</i> , <i>Candida inconspicua</i> y <i>Candida maris</i> .
Tipo de incubación termofílico, es decir que el cultivo requiere un rango específico de temperaturas para incubar.	Su tipo de incubación es mesofílico, es decir que se cultivan a temperatura ambiente
Para la propagación de su cultivo el yogurt se puede hacer mezclando un poco de yogurt anterior con leche fresca	Se elabora con un entrante seco o con un juego de granos de kéfir, los cuales se seguirán multiplicando con el tiempo
Su sabor es agrio, suave y cremoso	Su sabor es más agrio y con un toque de sabor a alcohol por contener levaduras
Contiene de 4 a 6 cepas bacterianas	Un kéfir puede contener 30 cepas bacterianas o más, por ende su poder probiótico es mayor, además de ser 99% libre de lactosa
Se fermenta de 2.5 a 3 horas	Se fermenta de 20 a 24 horas

Fuente: (Trujillo, 2019)

3.14 Kéfir

3.14.1 Generalidades del Kéfir

El kéfir es un producto biotecnológico en sí, puesto que puede actuar como matriz para la liberación efectiva de microorganismos probióticos en diferentes tipos de productos. Además de los microorganismos vivos que contiene la bebida de kéfir, los exopolisacáridos presentes en él, conocidos como “kefiran”, tienen actividad biológica y ciertamente añaden valor a los productos **(Prado et al., 2015)**.

3.14.2 El kéfir como producto probiótico

La población ha evolucionado y se ha pasado de querer comer alimentos que aporten mucha energía a querer alimentos saludables, alimentos naturales que podamos utilizar como medicamento, lo que ahora se denomina alimento nutracéutico. Entre estos productos se encuentran los probióticos como el kéfir.

El gran número de microorganismos presentes en el kéfir y sus interacciones microbiológicas, los compuestos bioactivos que presentan, resultado del metabolismo microbiano, y los beneficios asociados al uso de esta bebida confiere al kéfir el status de un probiótico natural, designado como en “yogur del siglo XXI” **(Leite et al., 2013)**.

Varios estudios han mostrado que el kéfir y sus constituyentes tienen actividades antimicrobianas, antitumoral, anticarcinogénica e inmunomoduladora y también mejora la digestión de la lactosa, entre otros aspectos **(Prado et al., 2015)**.

El kéfir contiene numerosas poblaciones de microorganismos diferentes, que se denominan cultivos microbianos y están vivos en el producto. Estos ayudan principalmente a la flora intestinal a eliminar posibles patógenos presentes en el organismo, aumentar la población de los mismos en el tracto digestivo y así ayudar a la digestión **(Oglesby y Cagindi, 2003)**.

La composición de dichas poblaciones es compleja y variada, sin embargo hay determinados microorganismos que están siempre presentes, como algunas especies predominantes de *Lactobacillus* **(Leite et al., 2013)**, también características de otros productos como el yogur.

3.14.3 Los gránulos de kéfir

El kéfir es un producto de leche fermentada ácido-alcohólicamente con pequeño sabor ácido y consistencia cremosa (**Fontán et al., 2006; Serafini et al., 2014**).

El kéfir puede producirse fermentando leche con cultivos iniciadores liofilizados de kéfir, con los tradicionales gránulos de kéfir, y con el producto que queda tras la eliminación de los gránulos de kéfir (**Bensmira et al. 2010**).

Los gránulos de kéfir son aglomerados de microorganismos iniciadores, de unos colores blancos, amarillos claros o pálidos, gelatinosos y de tamaño variable (de entre 0,3 – 3,5 cm de diámetro). Estos están compuestos por una mezcla simbiótica de microorganismos, como bacterias ácido lácticas (en concentración de 108 UFC/g), levaduras (10⁶ – 10⁷ UFC/g) y bacterias ácido acéticas (en una concentración de 10⁵ UFC/g) que se pegan a una matriz de polisacáridos

(**Garrote et al., 2010; Chen et al., 2015**). Tras sucesivas fermentaciones, los granos de kéfir se pueden dividir generando nuevos gránulos, que tienen las mismas características que los viejos (**Gao et al., 2012; Prado et al., 2015**).

Aparentemente, estos gránulos de kéfir parecen partes de un coral o pequeños trozos de coliflor, los cuales contienen una mezcla compleja tanto de bacterias (incluyendo varias especies de *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostocs* y *Acetobacteria*), como de levaduras (fermentadoras de lactosa y no fermentadoras de lactosa). Asimismo, contiene levaduras beneficiosas y bacterias probióticas similares a las que fermentan la leche para obtener yogur (**Otles y Cagindi, 2003**).

Los gránulos de kéfir juegan el papel de ser un cultivo iniciador natural durante la producción de kéfir y, tras el proceso de fermentación, se recuperan colando la leche (**Rattray y O’Connel, 2011**).

Los microorganismos que los forman se hallan inmovilizados en una matriz de polisacáridos y proteínas, coexisten en asociación simbiótica (**Farworth y Mainville, 2008**). En este ecosistema hay una población de microorganismos relativamente estable, en la cual interaccionan entre sí e influyen a los otros miembros de la comunidad. Esta población proporciona la síntesis de metabolitos bioactivos, que son esenciales para el crecimiento de los gránulos y la inhibición de microorganismos patógenos y contaminantes de los alimentos (**Garrote et al., 2010**).

Los gránulos de kéfir se caracterizan por su superficie irregular, y multilobular, se unen por una única sección central y su color varía de blanco a blanco amarillento, son elásticos y tienen una textura viscosa y firme. **En la figura número 8 se observa la estructura macroscópica de los gránulos de kéfir.**

Figura 8: Estructura macroscópica de los gránulos de kéfir



Fuente: (Leite et al. 2013).

3.14.4 El kefiran

Por otro lado, en los gránulos de kéfir, el principal polisacárido es el kefiran, que es un heteropolisacárido compuesto por glucosa y galactosa en proporciones iguales y es principalmente producido por las bacterias *Lactobacillus kefiranofaciens* (Zajšek et al., 2011).

Actualmente, se buscan muchos polisacáridos naturales para su uso en las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética como aditivos, bio-absorbentes, agentes de eliminación de metales, bio-floculantes y agentes liberadores de medicinas, entre otras funciones (DeVuyst et al., 2001; Welman and Maddox, 2003; Badel et al., 2011).

Muchas bacterias, hongos y vegetales tienen la capacidad de sintetizar y excretar polisacáridos extracelulares (Wang et al., 2010; Badel et al., 2011).

Los exopolisacáridos (EPSs) producidos por bacterias ácido lácticas muestran buenas características físico-químicas para su uso como aditivos alimentarios. Además de estas características, los EPSs se obtienen de microorganismos clasificados como GRAS (generaly recognized as safe: generalmente reconocidos

como seguros), como son las bacterias ácido lácticas **(Wang et al.2008; Saija et al., 2010; Badel et al., 2011)**.

La cantidad de los EPSs, así como sus propiedades, dependen de los microorganismos usados en los procesos de fermentación, de las condiciones de fermentación y la composición del medio en el que se cultivan **(Kim et al.2008)**.

El polisacárido kefiran es producido por *Lactobacillus kefiranofaciens* (Kooiman, 1968; Wang et al., 2010) en los gránulos de kéfir, compuestos por proteínas, polisacáridos y un complejo formado por una mezcla simbiótica de microbios (Witthuhn et al., 2005; Jianzhong et al., 2009). Estos microorganismos crecen en kefiran, ya que forma una matriz de polisacáridos de glucosa y galactosa. A pesar de que la producción de kefiran por parte de *L. kefiranofaciens* es buena, se ha observado que la adición de *Saccharomyces* sp. Al cultivo mejora la cantidad neta de kefiran, demostrando la importancia de la simbiosis entre las bacterias y las levaduras que están presentes en el kéfir **(Cheirsilp et al., 2003)**.

Este polisacárido destaca por sus propiedades reológicas y, con ello, la viscosidad y viscoelasticidad que proporcionan al producto final haciéndolo muy apetecible. Se trata de un polisacárido capaz de mejorar las propiedades viscoelásticas y viscosas de los geles de leche, lo que hace que sea también un aditivo interesante para productos fermentados (Rimada and Abraham, 2006).

Se utiliza para realzar las propiedades reológicas de geles de leche desnatada para aumentar su apariencia viscosa **(Zajšek et al., 2013)**. Además, comparado con otros polisacáridos, el kefiran tiene ventajas excepcionales como propiedades antitumorales, antifúngicas y antibacterianas **(Cevikbas et al., 1994; Wang et al., 2008)** de inmunomodulación o protección del epitelio **(Serafini et al. 2014)**, antiinflamatorias **(Rodrigues et al. 2005b)**, curativas **(Rodrigues et al. 2005a)** y antioxidantes **(Chen et al., 2015)**.

3.14.5 Aspectos microbiológicos del Kéfir

En el kéfir, las bacterias ácido lácticas (LAB) son las principales responsables de la conversión de la lactosa, presente en la leche, en ácido láctico, lo que provoca un descenso en el pH y, por tanto, la conservación de la leche. Otros constituyentes microbianos presentes en el kéfir, son las levaduras fermentadoras de lactosa que producen etanol y CO₂. Las levaduras que no son fermentadoras de lactosa y las bacterias ácido acéticas (AAB) también participan en el proceso **(Magalhães et al., 2011; Rattray y O'Connel, 2011)**.

Tras la fermentación, los gránulos incrementan su biomasa en un 5-7%. Durante su crecimiento en la leche, las proporciones de microorganismos en los gránulos difieren de aquellos presentes en el producto final. Esta diferencia se asocia a las condiciones del proceso de fermentación como: el tiempo de fermentación, la temperatura, el grado de agitación, el tipo de leche, la relación en el inóculo de gránulo/leche y la distribución de los microorganismos, entre otras **(Rattray y O'Connel, 2011; Tamime, 2006; Simova et al., 2002)**.

El estudio del microbiota del kéfir es algo trabajoso, tradicionalmente se han usado métodos microbiológicos clásicos, pero, debido a las múltiples especies presentes en los gránulos de kéfir, algunas de ellas muy cercanas filogenéticamente, estas técnicas no son lo suficientemente discriminatorias **(Leite et al., 2013)**. También, debido a la asociación simbiótica microbiana presente en los gránulos, el crecimiento y la supervivencia de cepas de microorganismos aisladas depende de la presencia de unas y otras.

Frecuentemente, cuando los microorganismos son aislados de los gránulos, estos no crecen bien en la leche y/o muestran una reducción en su actividad bioquímica **(Farnworth y Mainville, 2008)**. Por ello, para la discriminación entre especies y para la identificación de poblaciones de microorganismos minoritarias se utilizan también otras técnicas biotecnológicas o genéticas más específicas, como son la por secuenciación, secuenciación del gen del ARNr 16s o la PCRDGGE.

Diferentes variedades de gránulos de kéfir recogidos en diferentes lugares del mundo se componen de diferentes tipos de microorganismos. Aunque, hay algunas especies de *Lactobacillus* que siempre están presentes, son las principales y fundamentales, aunque las poblaciones minoritarias y específicas de gránulos individuales deben contribuir en determinadas características sensoriales del producto de kéfir **(Leite et al., 2012)**.

Por todo lo dicho anteriormente el kéfir es otro de los productos lácteos fermentados, el cual tiene un notable parecido al yogurt, sin embargo la diferencia principal entre el proceso de fermentación de kéfir y del yogurt estriba en que el primero fermenta la leche mediante una reacción lacto alcohólica (la lactosa se transforma en ácido láctico y se produce anhídrido carbónico y alcohol, este último en proporción menor al 1%) mientras que la del yogurt es solo láctica (solo se transforma la lactosa en ácido láctico). Además en el kéfir se encuentran pequeñas cantidades de CO₂, alcohol, y moléculas aromáticas, producto de la fermentación dual de las bacterias y las levaduras.

El yogurt se caracteriza por la presencia de dos tipos de bacterias bien diferenciadas: el *L. bulgaricus* y *S. termophilus*, presentes en una proporción similar, y unas cantidades ciertamente mínimas que fermentan la lactosa de la leche. Sin embargo, el kéfir no solo fermenta el azúcar de la leche en sí, sino que, a su vez, la caseína y la albumina. Otra de las diferencias más notables, es la consistencia de ambos productos, dado que el kéfir es líquido (caseína solubilizada), y el yogurt puede ser sólido o líquido **(TORRES, 2015)**.

El kéfir es una bebida a base de leche, entendiéndose todo tipo de leche de “origen animal”, producido por la acción de bacterias ácido lácticas (BAL), levaduras y bacterias ácido acéticas. La leche es sometida tanto a fermentación láctica como alcohólica, lo que la convierte en un producto muy particular con propiedades únicas. Una de sus características principales es la presencia de bióxido de carbono producido por las levaduras lo que la convierte en una bebida gaseosa y espumosa **(TORRES, 2015)**.

El kéfir tiene un ligero contenido de alcohol a diferencia de otros productos lácteos debido a que el kéfir no resulta de la actividad metabólica de una sola especie si no de la mezcla de la microbiota confinada en la matriz del “grano de kéfir” **(TORRES, 2015)**.

El producto es originario de Rusia, donde se consume en gran cantidad, así como en otras repúblicas de Asia Central y países de Europa del Este. El kéfir puede ser producido utilizando leche de vaca, oveja, cabras y búfalo, y es vendido en Europa bajo una variedad de nombres incluyendo kéfir, kiafur, kefir, kefer, knapon, kepi y kippe **(TORRES, 2015)**.

El inóculo utilizado en la valoración del kéfir es muy singular, se trata de una simbiosis de microorganismos atrapados en una matriz de polisacárido, los cuales forman masas del tamaño de gránulos de arroz o más grandes que reciben el nombre de “gránulos de kéfir”. Así el inóculo se encuentra literalmente inmovilizado en un soporte producido por el mismo y permite su reutilización retirándolo por filtración de la leche fermentada para volver a usarlo **(TORRES, 2015)**.

El kéfir puede ser consumido en su forma natural, o puede ser utilizado para cocinar (en sopas, salsas y tartas). La producción casera tradicional de kéfir se ha unido a la producción comercial en muchos países, y esta ha ayudado a incrementar el consumo de kéfir y a promover su reputación de ser bueno para la salud **(TORRES, 2015)**.

3.14.6 Tipos de kéfir

Según la duración de la fermentación alcohólica se distinguen tres tipos:

- ✓ Kéfir amarillo suave: líquido cremoso, de consistencia homogénea, muy espumoso, de sabor dulce y ligeramente alcoholizado.
- ✓ Kéfir medio: líquido cremoso, esponjoso con gusto a nata acida.
- ✓ Kéfir fuerte: muy esponjoso, muy aromático y de sabor agridulce.

De acuerdo a los dos productos anteriormente mencionados, yogurt y kéfir se puede concluir lo siguiente:

- ✓ En Nicaragua actualmente el yogurt se fabrica desde hace mucho tiempo, tomando en cuenta que el país tiene una muy buena base de disponibilidad de leche de vaca muy alta; sin embargo, cabe mencionar que su costo es aun relativamente alto para la mayoría de la población.
- ✓ El kéfir es un producto que en Nicaragua no se ha producido ni promovido, artesanal e industrialmente. tal como se explicó anteriormente es muy similar al yogur; pero las bondades que ofrece el Kéfir son superiores, al tratarse de un alimento probiótico, el cual aporta microorganismos vivos que ayudan a restablecer el equilibrio de la flora intestinal, esto hace al kéfir un excelente candidato para diversificar los derivados lácteos en el mercado nacional y aprovechar la alta disponibilidad de materia en el país; por ello el presente trabajo monográfico mostrará el diseño de una planta tecnológica para la producción de kéfir a nivel de una PYME.

3.15 CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL KÉFIR

La población ha evolucionado y se ha pasado de comer alimentos que aporten mucha energía a ingerir alimentos saludables, alimentos naturales que se pueda utilizar como medicamento, lo que ahora se denomina alimento nutracéutico. Entre estos productos se encuentran productos probióticos como el kéfir.

El gran número de microorganismos presentes en el kéfir y sus interacciones microbiológicas, los compuestos bioactivos que presentan, resultado del metabolismo microbiano, y los beneficios asociados al uso de esta bebida confiere al kéfir el status de un probiótico natural, designado como en “yogur del siglo XXI” **(Leite et al, 2013)**.

Varios estudios han mostrado que el kéfir y sus constituyentes tienen actividades antimicrobianas, antitumoral, anticarcinogénica e inmunomoduladora y también mejora la digestión de la lactosa, entre otros aspectos **(Prado et al, 2015)**.

El kéfir contiene numerosas poblaciones de microorganismos diferentes, que se denominan cultivos microbianos y están vivos en el producto. Estos ayudan principalmente a la flora intestinal a eliminar posibles patógenos presentes en el organismo, aumentar la población de los mismos en el tracto digestivo y así ayudar a la digestión **(Otles y Cagindi, 2003)**.

La composición de dichas poblaciones es compleja y variada, sin embargo, hay determinados microorganismos que están siempre presentes, como algunas especies predominantes de *Lactobacillus spp* **(Leite et al, 2013)**, también características de otros productos como el yogur.

El kéfir es un producto biotecnológico en sí, puesto que puede actuar como matriz para la liberación efectiva de microorganismos probióticos en diferentes tipos de productos. Además de los microorganismos vivos que contiene la bebida de kéfir, los exopolisacáridos presentes en él, conocidos como “kefiran”, tienen actividad biológica y ciertamente añaden valor a los productos **(Prado et al., 2015)**.

3.15.1 ORIGEN DEL KÉFIR

Los alimentos producidos por acción de microorganismos han existido desde tiempos muy antiguos. En el libro clásico de china Shu-Ching de la dinastía Chou (1121-220 a. C.), se describe la importancia del Chu para la elaboración del chiu y comúnmente conocido como bebidas alcohólicas.

Se piensa que el chiu estaba constituido por granos contaminados naturalmente por mohos, en ese entonces servía como fuente de enzimas, para la transformación por medio de la hidrólisis del almidón en sustancias

más simples que otros microorganismos que convertirían en etanol. Es por ello que se ha contemplado que el chiu debió haberse descubierto poco después de que empezaron a usar los granos como alimento humano, es decir, hace 6000 a 7000 años., la acidificación de la leche, que fue la base para el desarrollo de un grupo de alimentos, se inició cuando el hombre domesticó el ganado. Este proceso, como la mayoría de los que dieron lugar a los alimentos fermentados, se piensa que se originó en forma accidental. Los productos de fermentación de la leche se mencionan en los libros sagrados del hinduismo **(García, Quintero, & López, 2004)**.

Se tiene información completa de un gran número de fermentaciones autóctonas, debido a que a fines del siglo XIX empezaron a aparecer reportes sobre el consumo de leches fermentadas. Estos consistían, en el aislamiento de los microorganismos asociados, la acción del microorganismo sobre el sustrato, los métodos de preparación y sugerencias del uso de estos microorganismos en la tecnología europea. Estos estudios cesaron al empezar la primera guerra mundial y resurgieron en los años 50 **(Biotecnología Alimentaria, 2004)**.

García et al. (2004), indica que las clasificaciones de los alimentos fermentados autóctonos son:

- ✓ Alimentos fermentados por mohos.
- ✓ Alimentos fermentados por bacterias.
- ✓ Alimentos fermentados por mohos y levaduras.
- ✓ Alimentos fermentados por cultivos mixtos.

Dentro de los alimentos fermentados por bacterias en está predominan las bacterias lácticas del género *Bacillus* y en algunos casos las enterobacterias. Por esa acción se han producido una variedad de alimentos y bebidas **(García, Quintero, & López, 2004)**.

El Kéfir o también conocido como “Champaña de la leche”, antiguamente fue llamada bebida del profeta, elaborado a base de “granos del profeta Mahoma”, de esa manera se le conocía al fermento en aquella época, ya que él introdujo tal bebida fermentada entre su pueblo, poblaciones de la antigua Asia, Europa o África. Cada uno de estos continentes tienen un nombre para esta bebida fermentada como es leche de búlgaros que entonces se lo

realizaba a base de leche de oveja, búfalo, cabra, yegua, vaca, llama o de otro tipo de animal (**Hunter, 1981**).

3.16 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL KÉFIR

El kéfir es una bebida láctea batida, cremosa, burbujeante y ácida, hecha a partir de leche fermentada con una mezcla compleja de bacterias (que incluyen *lactobacilos*, *lactococos*, *leuconostoc* y *acetobacterias*) y de levaduras fermentadoras y no fermentadoras de la lactosa). Su contenido en ácido láctico es de 0,7 - 1,0%, aunque no suele sobrepasar el 0,5 % (**Walstra y otros, 2001**).

Las cantidades pequeñas de CO₂, alcohol y compuestos aromáticos producidos en los cultivos, le dan su característico sabor ácido y gaseoso (**Duitschaeffer, 1988**).

Se han reportado muchos beneficios sobre la salud, recomendando su consumo para el tratamiento de la arteriosclerosis, las alergias, y desórdenes gastro-intestinales (**Zourari y Anifantakis, 1988**).

La diferencia entre el kéfir y el yogur se encuentra en las cantidades pequeñas de CO₂, de alcohol y de moléculas aromáticas que son producto de la fermentación dual de las bacterias y las levaduras (**Komai y Nanno, 1992**). **En la tabla N° 11 se muestra la composición fisicoquímica del kéfir.**

Según **Marshall y Cole (1985)**, las diferentes ventajas de consumir kéfir son:

- ✓ Contiene fósforo, el segundo componente mineral más abundante en el cuerpo humano, ayuda a utilizar los carbohidratos, grasas y proteínas para el crecimiento, el mantenimiento y la energía de las células.
- ✓ Es rico en vitamina B₁₂, B₁, y vitamina K; es una fuente excelente de biotina, una vitamina del grupo B 12 que ayuda a la asimilación del ácido fólico, el ácido pantoténico, y la vitamina B₁₂.
- ✓ Favorece la digestión de la leche manteniendo su valor nutritivo, el resultado es la mejora de la resistencia a las enfermedades a partir de una flora intestinal beneficiosa.
- ✓ Previene la osteoporosis, y es ideal para el tratamiento por *Candida albicans*.

- ✓ Es un producto muy nutritivo, un antibiótico natural para prevenir infecciones, además de demostrar una gran utilidad en el tratamiento de problemas del aparato digestivo y refuerza la inmunidad.
- ✓ Fortalece las defensas frente a infecciones tanto víricas como bacterianas; reduce los niveles de colesterol y el riesgo de cáncer al colon; reduce la intolerancia a la lactosa.

3.16.1 MICROBIOLOGÍA DE LOS GRÁNULOS

Los gránulos de kéfir son una masa gelatinosa similar a racimos de coliflor, estos microorganismos están ligados por una matriz de un polisacárido junto con otros azúcares, proteínas y lípidos. Estos microorganismos se encuentran impregnados en una matriz de un carbohidrato fibrilar, probablemente ramificado y compuesto de glucosa y galactosa y a este carbohidrato se le llama kefiran. Las bacterias lácticas y acéticas y levaduras se encuentran en el grano del kéfir por medio de una asociación simbiótica en la cual intercambian sus productos metabólicos principalmente como fuente de energía y como factor de crecimiento. El tamaño del gránulo de kéfir es de 3 a 30mm **(Lopitz Otsoa, Rementería, Elguezabal, & Garaizar, 2006)**.

El kéfir más grande que se ha llegado a ver es de un grumo que se ha extendido como una sábana, más de treinta centímetros de ancho, con grumos de kéfir familiares conectados entre sí por medio de secciones aplanadas, ya que en las creaciones biológicas se manifiestan siempre las ramas que se separan del árbol familiar (Boldrini, 2009). **En la figura N° se muestra el aspecto físico de los gránulos de kéfir.**

Figura 9: Gránulos de kéfir



Fuente: (Lopitz Otsoa, Rementería, Elguezabal, & Garaizar, 2006).

Según Veisseyre, en su libro de lactología técnica indica que, es probable que la flora de los gránulos de kéfir varíe uno del otro, las levaduras como *Saccharomyces* kéfir parecidas a la levadura de la cerveza, y las bacterias lácticas como el *Streptococcus cremoris*, el *Streptococcus lactis* y el *Lactobacillus caucasicus*, la cual es una flora fundamental que se asocia con una flora accesoria de gérmenes de polución **(Veisseyre, 1980)**.

El mecanismo de asociación que existe entre los principales gérmenes del kéfir son los lactobacilos que hidrolizan la lactosa en glucosa y galactosa. Estos azúcares pueden transformarse en alcohol debido a las levaduras **(Groux, 1973)**.

Así también los *lactobacillus caucasicus* encuentran los factores de crecimiento que necesitan entre los productos de degradación resultantes de la lisis de ciertas células de las levaduras que desaparecen del medio **(Barrón García, 2006)**.

Según los autores, **Lopitz Otsoa, Rementeria, Elguezabal, & Garaizar, (2006)**, nos indican que, los gránulos de kéfir son pequeños microorganismos que agrupan a una matriz polisacárida llamada kefirano, los cuales son responsables de la fermentación. Estos gránulos o cultivos lácticos son un vivo ejemplo de simbiosis entre levaduras y bacterias para producir el kéfir. **En la tabla N° 12 se muestra la población microbiana en el kéfir.**

Durante la fermentación las bacterias lácticas producen el ácido láctico; y las heterofermentativas, como *Lactobacillus* kéfir y algunas especies de *Leuconostoc* producen etanol. Los compuestos de sabor son producidos por *Streptococcus lactis* (diacetilo y acealdehído) (García, Quintero, & López, 2004). **En la tabla N° 13 se muestra las levaduras presentes en el kéfir.**

3.17 PROPIEDADES ORGANOLEPTICAS, NUTRICIONALES Y BENEFICAS DEL KEFIR

Las propiedades organolépticas son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según las pueden percibir los sentidos, como por ejemplo su sabor, textura, olor, color o temperatura Sabor, Aroma, Olor, Color, Sonido, Temperatura, Textura, Brillo.

Basado en las características de todo producto alimenticio, el kéfir debe de ser viscoso, homogéneo, y tener una superficie brillante. El sabor debe de ser fresco y ácido, con un ligero sabor a levaduras. **En la tabla N° 15 se muestran los indicadores de las propiedades organolépticas requeridas en el kéfir.**

Tabla 11: Indicadores de las propiedades organolépticas del kéfir

Nombre del indicador	Características del kéfir
Apariencia y consistencia	Consistencia homogénea con coágulos deteriorados. Gas permitido en forma de ojos individuales causados por microflora normal. Se permite una ligera separación del suero en la superficie del coágulo no más del 2% de volumen del producto.
Sabor y olor	El olor es pura leche agria, sin olores y olores extraños. Sabor refrescante y ligeramente picante.
Color	Color blanco lechoso

Fuente: (BUENO, 2017)

Por otro lado, el kéfir es una bebida fermentada que posee varios aspectos nutricionales que resultan beneficiosos para el consumidor. **En la tabla N° 16 se muestra se muestra el valor nutritivo del kéfir.**

Tabla 12: Valor nutritivo del kéfir

Composición	Lactasa		Reducción de la lactasa
	Vitaminas		Vitamina de grupo B
Aspecto nutritivo	Energía		En la fermentación se reduce un porcentaje considerable
	Digestibilidad	Proteína y grasa	La proteína de las leches fermentadas coagula en el estómago en forma de partículas más finas que la leche normal, mejorando la digestibilidad
		Modificación del pH	Al consumir una leche fermentada, no aumenta el pH estomacal, así disminuyendo la existencia de patógenos

Fuente: (Pérez Cabrejas & Sánchez Paniagua., 2010).

Así mismo dentro de sus beneficios, se puede destacar que actúa como protector contra las infecciones intestinales. De acuerdo a las investigaciones realizadas por expertos se ha demostrado que las bacterias lácticas pueden ejercer una actividad antimicrobiana sobre algunos componentes patógenos de la flora intestinal, esto se debe a la acumulación de bacteriocinas, antibióticos, agua oxigenada, ácido láctico ácido benzoico **(Almanza & Barrera, 1991)**.

Es por eso que ayuda a controlar los diferentes tipos de diarreas en el hombre. Las bacterias lácticas constituyen un verdadero antídoto eficaz contra las infecciones entéricas, cuya frecuencia actualmente está aumentando en los turistas y personas que viajan con poca y gran frecuencia **(Moreno, 2019)**. En la tabla N° 17 se muestran los beneficios de consumir el kéfir.

Tabla 13: Propiedades benéficas del kéfir

Tipo	Beneficios publicados	Beneficios comprobados en Humanos
Efectos fisiológicos	Cepas resistentes al pH biliar	
	Mejoramiento de la Digestión	
Acción en el tracto digestivo	Mejoramiento de la producción de lactosa	Mejoramiento de la digestión de la lactosa en personas con Deficiencia de lactasa
	Prevención de los disturbios intestinales	
	Adhesión de los cultivos de la línea celular intestinal humana	
	Estimulación de la inmunidad intestinal e modelo de animales	
	Regulación de la motilidad intestinal	

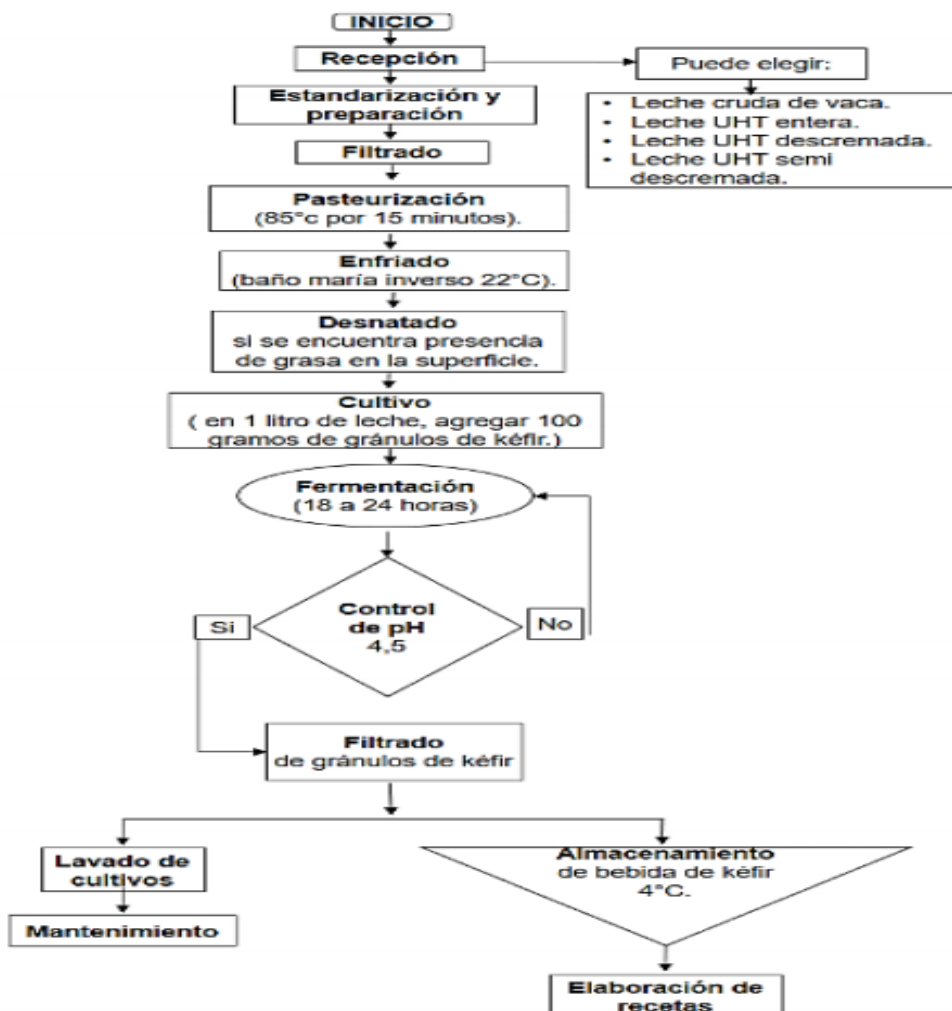
Alteración de la micro flora intestinal	Balance de las bacterias intestinales fecales	Aumento de las bifidobacterias fecales.
	Aumento de las bifidobacterias fecales	Disminución en las actividades de las enzimas fecales
	Disminución de la actividad de la enzima fecal	Alivio de los síntomas de la intolerancia de la lactosa
	Colonización del tracto intestinal	
Acción sobre la diarrea	Prevención y tratamiento de diarrea aguda y también causada por rotavirus	Acortamiento de la diarrea por rotavirus
Efectos sistémicos	Prevención de diarrea asociada a los antibióticos	Tratamiento de la diarrea persistente en niños
	Tratamiento de la diarrea causada por <i>clostridium difficile</i>	
	Estimulación de la actividad fagocítica	
	Reducción de hipertensión en modelos animales y humanos	
	Efectos benéficos en el cáncer superficial de la vejiga	
	Alivio de los síntomas clínicos de la dermatitis atópica en niños	

Fuente: (Ortega, 2014)

3.18 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL KÉFIR

A continuación, en la figura N° 10 se muestra el diagrama de un proceso de producción de elaboración de kéfir y descripción de cada una de las etapas.

Figura 10: Diagrama de un proceso de kéfir



Fuente: (Plaza, 2018)

Recepción: para elaborar el kéfir usaremos la leche fluida, o también conocida como leche cruda de vaca, ya que se dispone de la materia prima propia de la localidad. Además de esta se puede usar otros tipos de leches como son, leche UHT entera, leche UHT descremada, leche UHT semi descremada y de otros tipos de animales. Es importante realizar un análisis de la leche en el caso de que su origen sea desconocido, como son las características organolépticas, color, sabor, textura, olor etc., para obtener un resultado de calidad. **En la figura N° 11 se muestra la recepción de la leche cruda.**

Figura 11: Recepción de la leche cruda



Fuente: (Plaza, 2018)

Estandarización y preparación: Tener listos todos los utensilios que se usarán es importante para llevar a cabo el procedimiento, así también realizar el gramaje de la leche, como es en un litro de leche mezclarlo con 100 gramos de gránulos de kéfir para que la bebida resulte exitosa. **En la figura N° 12 se muestra la estandarización de los ingredientes que se utilizan en la elaboración del kéfir.**

Figura 12: Ingredientes en el proceso de elaboración de Kéfir



Fuente: (Plaza, 2018)

Filtrado: para evitar el paso de cualquier objeto extraño en la leche. Se debe usar un lienzo antes de continuar con el proceso para cualquier tipo de elaboración o consumo del mismo. **En la figura N° 13 se muestra la filtración de la leche cruda.**

Figura 13: Filtración de la leche cruda



Fuente: (Plaza, 2018)

Pasteurización alta: Se hierva en una olla de metal la leche a 80-90°C durante 15 a 20 minutos, este procedimiento garantiza la destrucción de las bacterias patógenas y banales. Este método es el más utilizado para tratar la leche destinada al consumo humano (Almanza & Barrera, 1991). En la figura N° 14 se muestra la pasteurización de la leche a 80°C.

Figura 14: Pasteurización alta de la leche a 80° C



Fuente: (Plaza, 2018)

Enfriamiento: después de la pasteurización hay que bajar la temperatura de la leche de 80°C a 22°C para evitar el crecimiento microbiano y facilitar la fermentación al colocar el kéfir. En la figura N° 15 se muestra el enfriamiento de la leche a 22°C.

Figura 15: Enfriamiento de la leche a 22° C



Fuente: (Plaza, 2018)

Desnatado: este proceso consiste en quitar toda la nata de la superficie de la leche, después de su enfriamiento debemos retirar la nata después de aproximadamente de una hora, esta capa de grasa se retira para continuar el procedimiento para elaborar la bebida del kéfir. **En la figura N° 16 se muestra el retiro de grasa de la superficie de la leche.**

Figura 16: Retiro de grasa de la superficie de la leche



Fuente: (Plaza, 2018)

Cultivo: los gránulos de kéfir que se usará para elaborar la bebida deberán estar correctamente limpios, lavados en agua tibia. **En la figura N° 17 se muestra el lavado de gránulos de kéfir.**

Figura 17: Lavado de gránulos de kéfir



Fuente: (Plaza, 2018)

Fermentación: para llevar a cabo este paso se debe agregar los gránulos de kéfir sobre la leche en un recipiente de vidrio. Después de haber transcurrido el tiempo entre las 18 y 24 horas, se debe medir el pH tomando una barra y sumergiéndola sobre la bebida fermentada y que esta se encuentre en un rango de 4 a 5 lo recomendable es de 4.5. **En la figura N° 18 se muestra la medición de pH de 4,5 de la bebida de kéfir.**

Figura 18: Medición de pH de la bebida de kéfir



Fuente: (Plaza, 2018)

Filtrado: en este paso separaremos la bebida fermentada con los gránulos de kéfir el tipo colador que usa es el normal debido a que la bebida es líquida y pasa fácilmente a comparación del fermento para elaborar la mantequilla de kéfir. **En la figura N° 19 se muestra la filtración de gránulos de kéfir.**

Figura 19: Filtración de gránulos de kéfir



Fuente: (Plaza, 2018)

Almacenamiento: guardar la bebida en un recipiente de vidrio con tapa preferiblemente y almacenarlo a 4°C para conservarlo. **En la figura N° 20 se muestra el almacenamiento del kéfir.**

Figura 20: Almacenamiento de kéfir



Fuente: (Plaza, 2018)

Lavado de cultivos: después de cada fermentación que realizan los cultivos se recomienda lavar en agua tibia ya que ayuda a eliminar toda la grasa y otros tipos de componentes no deseados. **En la figura N° 21 se muestra el lado de gránulos de kéfir.**

Figura 21: Lavado de gránulos de kéfir



Fuente: (Plaza, 2018)

Mantenimiento: para que tengan una vida larga los cultivos hay que alimentarlos a diario con cualquier tipo de leche, y así también, darles una limpieza diaria. **En la figura N° 22 se muestra la alimentación de cultivos.**

Figura 22: Alimentación de cultivos



Fuente: (Plaza, 2018)

Después de todo el proceso obtenemos un kéfir con pH de 4.5 para consumo directo. **En la figura N° 23 se muestra la figura de la bebida de kéfir.**

Figura 23: Bebida de kéfir



Fuente: (Plaza, 2018)

3.19 MANEJO DEL PROCESO Y ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO TERMINADO

El manejo de la materia prima durante el proceso es una actividad muy importante en la cadena de producción del kéfir, esto incluye conocer los parámetros de control de calidad en cada etapa, así mismo las condiciones requeridas para el almacenamiento del producto terminado. A continuación, se describen las condiciones mínimas requeridas en cada etapa, con el objetivo de lograr la calidad final deseada para el kéfir.

Temperatura de ordeño: La leche ordeñada se encuentra entre los 37°C a 39°C, por lo que es recomendable bajar a 15°C o menos, preferiblemente se recomienda a 4°C (Veisseyre, 1980).

Recepción: Conservar la cadena de frío de la leche cruda a una temperatura de 4°C, para mantener su frescura (Ralph, 1998).

Pasteurización: Para la elaboración de los diferentes productos a base de kéfir se usarán variadas temperaturas como son: para el kéfir 85°C por 15 minutos, para el queso de kéfir 65°C por 30 minutos y para su acidificación después de la cuajada un calentamiento de 36°C por 8 minutos, para la elaboración del requesón 60°C hasta el corte de la bebida (Juergenson & Mortenson, 1965).

Cultivo: Los gránulos de kéfir se mantienen a temperatura ambiente de 19 a 20°C, no deben superar los 30°C, ya que las bacterias y levaduras podrán verse alteradas (Espinoza, 2018).

Refrigeración: Los productos se guardarán en refrigeración a 4°C, impidiendo el crecimiento de microorganismos patógenos (Fernandéz, 1976).

Pasteurización de la leche: la leche se pasteurizó en una olla para que sirva en una cocina de inducción que están elaboradas con material de (acero y hierro) a 85°C por 15 minutos.

Enfriado: se dejó enfriar la leche por medio de baño maría inversa hasta que la leche baje de 85°C a 22°C.

Cultivo: los gránulos lácticos que se usaron para elaborar el kéfir, antes del proceso de fermentación se lavaron en agua tibia para eliminar grasa de la anterior fermentación o algún tipo de sustancia no deseada que perjudique la próxima fermentación.

Fermentación: durante este procedimiento los azúcares como glucosa y lactosa, se transforman en ácido láctico. El azúcar principal de la leche es la lactosa, un disacárido compuesto por una molécula de glucosa y una de galactosa. El ácido láctico formado en la mezcla de fermentación se separa produciéndose lactato y protones, los cuales son responsables de la disminución de pH y aumento de la acidez de la leche que normalmente es de 6,3-6,8 y baja a 4,5. Así también se producirá una fermentación alcohólica inferior a 1 gramo por cada 100 gramos de bebida que se desarrollarán durante el proceso de fermentación **(Hayes & Forsythe, 2007)**.

Filtrado: generalmente la leche se recibe en ocasiones sucia, con pelos, pajas, moscas, insectos u otro tipo de impurezas, por la cual es importante separar las impurezas finas por la filtración **(Isique, 2010)**.

Refrigeración: este método es indispensable llevarlo a cabo después de haber realizado la fermentación y filtración, ya que el desarrollo de las bacterias y levaduras del kéfir una vez que alcanzan el pH de 4,5, el kéfir se debe conservar en refrigeración de 4 a 5 °C **(Huamán, 2015)**.

Una vez indicado las técnicas que se usaran durante el proceso conjuntamente con sus materiales se dará a conocer cada uno de los procedimientos para obtener los productos a partir del kéfir.

IV. CALCULO DE VARIABLES DE DISEÑO

En este punto se definen la materia prima requerida para el proceso de elaboración de kéfir, también las proporciones de cada uno de los componentes en la fórmula que se mostrará en el Diagrama de proceso y la tecnología de los equipos necesarios para su producción, haciendo hincapié en los parámetros de control que aseguren la calidad del producto terminado. Se detallará el peso del contenido de la presentación final del producto; de esto quedará definido la cantidad de leche requerida en el proceso de diseño tecnológico; también se definirá el manejo y almacenamiento de producto terminado para obtener un producto de calidad, mayor vida útil e inocuo al consumidor.

4.1 Materia prima para la producción de kéfir:

A continuación, se describirán las materias primas a utilizarse en la producción de elaboración del Kéfir. Para este diseño tecnológico se considera en la propuesta agregarle saborizante en polvo de fresa, que brindara al producto un valor agregado que proporcione un sabor más agradable y llamativo al consumidor. La materia prima utilizadas para la elaboración del kéfir son:

- ✓ Leche
- ✓ Gránulos de kéfir

4.1.1 Leche de vaca

La leche de vaca es la principal materia prima del producto, ya que es el medio en el cual el inóculo (granulo de kéfir) crecerá de manera exponencial, permitiendo la obtención de las características propias organolépticas del producto deseado (kéfir). La leche que se utilizara debe de ser la que se acopia directamente de la vaca, la cual conserva sus propiedades fisicoquímicas intactas antes de entrar al proceso.

4.1.2 Gránulos:

El granulo de kéfir es una materia prima esencial para la obtención del producto final, ya que son racimos de microorganismos ligados a una matriz de polisacáridos que contiene lactobacilos, bacterias ácido lácticas, acetobacterias, bacterias del ácido acético, levaduras y otros microorganismos responsables de la formación de polisacáridos. En el intercambio del granulo de kéfir con el medio (leche) se produce una doble fermentación en la que se transforman los azúcares y proteínas de la

leche en ácido láctico, gas carbónico (CO₂). Alcohol (etanol), di acetileno y acetaldehído. Para esta propuesta de diseño tecnológico la materia prima del nódulo o granulo de kéfir se hará uso de un proveedor externo.

4.2 Fuente acopiadora de materia prima para la producción de Kéfir

Para la elaboración de este tema monográfico se contó con el apoyo de información suministrada por la gerencia administrativa de “LAS TUCAS”, ubicada en el municipio de San Pedro de Lovago, departamento de Chontales. Quien nos brindó datos muy importantes para este tema como es la de producción diaria de quesillo y la capacidad de acopio que posee. De esta colaboración nació la idea de crear una nueva línea de producción que es para ellos de mucho interés para seguir creciendo como una empresa productora de derivados lácteos, y asentarse en el país como pionero de este producto. Cabe mencionar que esta empresa obtiene su materia con proveedores y pequeños productores del municipio ya que no cuenta con una guardería. El dato de acopio suministrado por la empresa fue de:

- ✓ 10,000 galones litros de leche de vaca, diariamente.

De los cuales la empresa dedicara un tercio del total del acopio, para la nueva línea de producción, el cual equivale a:

Volumen para la producción de Kéfir: 600 galones

4.3 Recepción de la leche

La leche es entregada en un recipiente con una capacidad de 40 litros. La aceptación de la leche consiste en determinar su cantidad y control de calidad.

Cada lote que llega a la planta está sujeto a controles. Un lote significa leche entregada al mismo tiempo, de la misma variedad, en un recipiente, de una granja, registrado con un documento adjunto.

La aceptación y recepción de la leche incluye las siguientes operaciones: verificar los documentos adjuntos, inspeccionar los recipientes, evaluar organolépticamente la leche, medir la temperatura, tomar muestras para el análisis, y finalmente preparar la documentación necesaria.

Al verificar los documentos adjuntos, se comprueba lo siguiente: la fracción de masa de grasa, la acidez, la densidad y la temperatura de la leche de acuerdo con los datos reales. Al inspeccionar los recipientes, se debe tener en cuenta lo siguiente: la facilidad de servicio y la limpieza del recipiente, que se encuentren

herméticamente cerrados, la presencia y el estado de los anillos de goma debajo de las tapas de los recipientes.

4.4 Variables de control para el proceso de producción del kéfir

Para la industria alimenticia las propiedades físicas químicas más relevantes para el proceso de elaboración son las siguientes:

- ✓ Temperatura
- ✓ Tiempo
- ✓ pH

En función de estas variables de control existen otras como: la densidad, volumen y viscosidad del producto final, etc. Estas son función de las anteriores.

En el apartado “PROCESO DE ELABORACIÓN DEL KÉFIR”, se describió un diagrama del proceso estándar de elaboración del kéfir, en donde se describieron cada una de las etapas, a saber: recepción, estandarización y preparación, filtrado, pasteurización alta, enfriamiento, desnatado, cultivo, fermentación, y almacenamiento. De todas las etapas anteriormente mencionadas algunas de ellas son inherentes al proceso:

- ✓ Recepción
- ✓ Pasteurización
- ✓ Fermentación/Maduración
- ✓ Almacenamiento

En estas etapas la temperatura, el tiempo y el pH, juega un rol fundamental en el proceso para asegurar la calidad deseada del producto.

4.4.1 Temperatura:

Esta propiedad física influye en las etapas del proceso anteriormente mencionado. Desde la aceptación y recepción de la materia prima dado que, entre más alta es la temperatura de la leche más tiende a descomponerse, alterando su calidad.

En la etapa de pasteurización si la temperatura sobrepasa el rango establecido para este tratamiento térmico, las propiedades químicas y microbiológicas de la leche se inhiben y desnaturalizan.

En la etapa de fermentación si la temperatura no es la adecuada no se obtiene el crecimiento de los microorganismos deseados.

4.4.2 Tiempo:

El tiempo es una magnitud física que influye básicamente en las etapas de pasteurización y fermentación; por lo tanto se le debe controlar en dichas etapas de manera rigurosa, dado que contribuyen decisivamente en la calidad final del producto.

De igual manera, en la tabla N° 18 se muestran las variables de proceso en la producción de kéfir.

Tabla 14: Variables de proceso en la producción de kéfir.

Variable	Tipo	Principio	Medición	Operación a la que se aplica	Parámetro
pH	Dependiente	Escala de acidez o basicidad de una sustancia	pH-metro	Inoculación	4-4.6
Tiempo	Independiente	Periodo en el que transcurre un cambio químico	cronometro	Pasteurización	1 h
				Fermentación Láctica	8 – 12 h
				Fermentación alcohólica	9 – 13 h
Temperatura	Independiente	Grado de calor que adquieren los cuerpos	Termómetro	Pasteurización	63°C
				Fermentación	20 – 25 °C
				Refrigeración	4° C

4.5 Propuesta del Proceso de elaboración del Kéfir

4.5.1 Recepción de la materia prima

La leche es recibida del acopio de forma sellada en vehículos autorizados. La aceptación de la leche consiste en determinar su cantidad, y análisis de calidad. El lote que llega a la planta está sujeto a control. Un lote significa, leche entregada al mismo tiempo, de la misma variedad, en un contenedor, de una finca, acompañado con un documento adjunto.

La aceptación de la leche incluye las siguientes operaciones: verificar los documentos adjuntos, inspeccionar los contenedores, evaluar organolépticamente la leche, asegurarse que la temperatura sea de 4° C, tomar muestras para el análisis de calidad, y preparar la documentación necesaria.

Al verificar los documentos adjuntos se determina lo siguiente: la presencia de un registro sanitario vigente para el vehículo, una factura adjunta, la fracción de masa de grasa, la acidez y la temperatura de la leche de acuerdo con los datos reales. Al inspeccionar el contenedor, se debe tener en cuenta lo siguiente: la facilidad de servicio y la limpieza del contenedor, la presencia y la integridad de los sellos, la presencia y el estado de los anillos de goma debajo de las tapas de los recipientes, la presencia de tapones y tapas en las boquillas de los recipientes.

4.5.2 Filtrado

Después de la aceptación de la leche, se limpia de impurezas mecánicas que pueden ser transportadas. Los filtros de leche se utilizan para el filtrado preliminar de la leche durante la aceptación en las plantas lecheras. El material del filtro debe reemplazarse periódicamente (se eliminan los filtros de algodón, se lava, esteriliza y reutiliza la tela de gasa y lavan). El procesamiento sanitario de los filtros se lleva a cabo con mucho cuidado, de lo contrario los filtros se convierten en una fuente de contaminación de la leche con microflora indeseable.

Además de los limpiadores centrífugos de leche en la industria láctea, se utilizan filtros cerrados, que se dividen en placas, discos y cilindros.

4.5.3 Pasteurización

Las propiedades y características del kéfir dependen en gran medida de la calidad de aceptación de la leche; pero la pasteurización brinda al kéfir una base fundamental para la carga de microorganismos que pasara a la siguiente etapa.

La temperatura de pasteurización que se utilizara para la producción del kéfir será de 63°C, que crean las mejores condiciones para el desarrollo de la microflora iniciadora en la leche. La pasteurización también aumenta las propiedades de hidratación de la caseína y mejoran su capacidad para formar un coágulo denso.

Cuando se pasteuriza a una temperatura de 63° C, con una exposición de 3 min al pasar por las placas, y una duración total de 1 h aproximadamente, se obtiene la mejor consistencia del kéfir. La pasteurización se lleva a cabo en una unidad de pasteurización - enfriamiento del tipo de placa.

4.5.4 Fermentación

Después del enfriamiento, la leche pasteurizada pasa a un tanque de fermentación en donde se inoculan con 187.41 Kg de gránulos o nódulos de Kéfir a una temperatura optima de 20 a 25 °C, en un tiempo de 8 a 12 horas dicha temperatura es óptima para el desarrollo de la microflora iniciadora, adecuando al producto en proceso propiedades organolépticas necesarias para distinguirse tales como la consistencia, el olor y el sabor necesarios.

En esta operación una vez que se agregó el inoculo al tanque de fermentación, se procede a mezclar la leche y el granulo, para uniformar la mezcla que propicia la transformación en kéfir. Utilizando un motor agitador de paleta. Después de la fermentación, la mezcla se agita durante 15 minutos.

Es importante tener en cuenta que, en el proceso de fermentación de la leche, no se deben permitir fluctuaciones de temperatura o una disminución de la misma, ya que esto conducirá a un deterioro en la calidad del coágulo.

4.5.5 Maduración

Una vez terminada la etapa de fermentación la mezcla se madura en la que lactosa y las proteínas se coagulan, por lo que el producto adquiere propiedades específicas.

La maduración está determinada por la acidez del coágulo cuyo valor está en el rango de 4 – 4.6. El coágulo en el momento de la preparación tiene una cierta

viscosidad y una consistencia bastante densa y sin molestias sin separación del suero. La viscosidad del producto se determina usando un viscosímetro.

Al final de la maduración, el coágulo se agita hasta obtener una consistencia homogénea y se enfría a una temperatura de maduración de 14-16 ° C. La duración de la maduración del kéfir desde el momento de la fermentación es de 9 a 13 horas. Con la maduración del kéfir, se desarrollan bacterias aromatizantes y levaduras, pero a temperaturas inferiores a 8-10 ° C su desarrollo se detiene casi por completo.

Durante la maduración en el kéfir, se produce una descomposición intensa de las proteínas. Es causada por enzimas proteolíticas de bacterias de ácido láctico y levaduras. Los aminoácidos y péptidos liberados durante la descomposición de las proteínas participan en la configuración del sabor del producto.

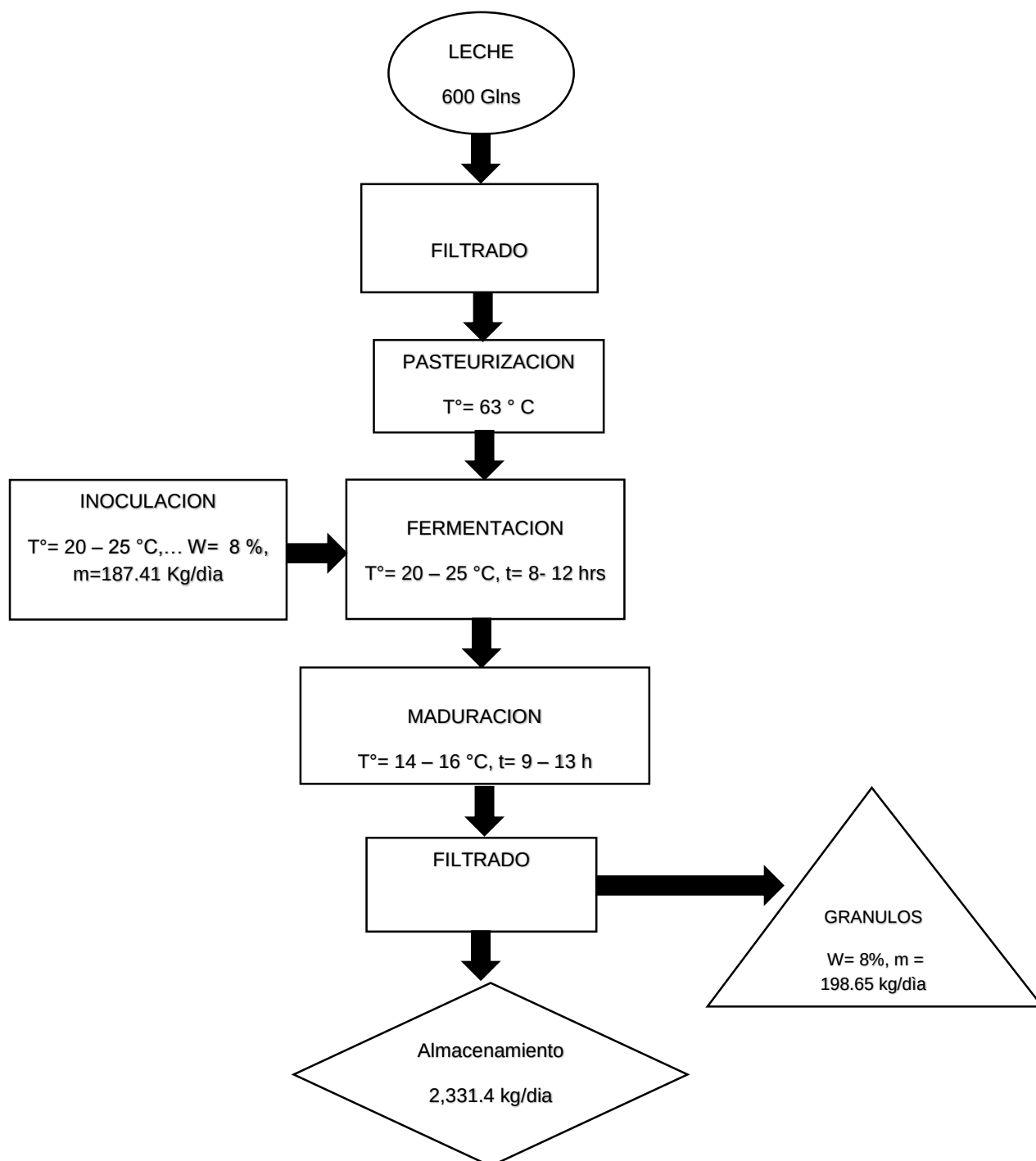
Las sustancias aromáticas, además del ácido láctico, incluyen ácidos grasos volátiles, diacetil, alcohol etílico y dióxido de carbono. El contenido de alcohol en el kéfir es bajo 0.1-0.3%.

4.5.6 Almacenamiento de reserva temporal antes del envasado

Los productos lácteos fermentados se almacenan en tanques refrigerados de reserva temporal, lo que permite la operación final de envasado, la cual no se contempla en este tema monográfico. La temperatura en el tanque anteriormente mencionado no debe exceder los 8 ° C.

A continuación se muestra la Propuesta del flujograma para el diseño del proceso de producción de kéfir.

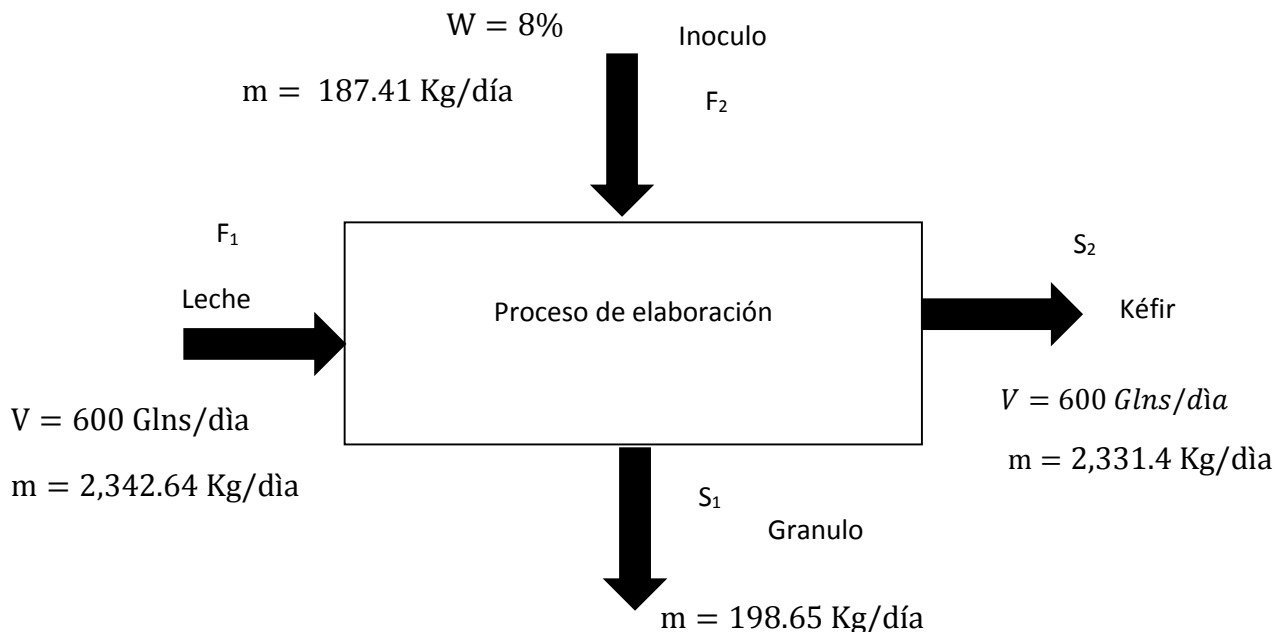
4.5.7 Propuesta del Flujograma para el diseño del proceso de producción de kéfir



Fuente: Propia

4.6 Balance de materia del proceso del Kéfir

A continuación, se describe el balance de materia para el diseño tecnológico de producción del kéfir, donde se detallan los flujos de entrada y de salida de cada una de las materias primas requeridas en el proceso de producción de kéfir. A continuación los detalles:



Donde:

V = Es el volumen

m = Es la masa

W = Es la fracción molar

F_1 = Es el flujo o volumen de entrada al proceso

F_2 = Es la masa del inoculo a la entrada del proceso

S_1 = Salida del granulo en el proceso

S_2 = Salida de producto final o terminado

$$V = 600 \text{ Glns} * \frac{1 \text{ m}^3}{264.2 \text{ Glns}} = 2.27 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$m = \rho_{\text{leche}} * V_{\text{leche}} = 1,032 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 2.27 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} = 2,342 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\rho_{\text{leche}} = 1.032 \frac{\text{g}}{\text{ml}} * \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}} * \frac{1000 \text{ ml}}{1 \text{ L}} = 1.032 \frac{\text{Kg}}{\text{L}} * \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 1,032 \text{ Kg/m}^3$$

De acuerdo a (García, 2006); corresponde la cantidad del 8% de inóculo necesario para lograr las características, y la calidad final del kéfir, por lo tanto de ahí es que; la fracción molar o porcentaje en masa del inóculo en la relación a la masa es de 187.41 kg/día, según se muestra en el siguiente cálculo:

$$m_{\text{leche}} * w_{\text{granulo}}$$

$$= 2,342.64 \text{ kg/día} * 0.08 = 187.41 \text{ kg/ día de inóculo}$$

Donde:

$$m_{\text{leche}} = \text{Masa de la leche}$$

$$w_{\text{granulo}} = \text{Fracción molar teórico de inóculo}$$

De los cálculos anteriores se obtienen las siguientes relaciones:

$$\frac{2,342.64 \text{ kg de leche}}{187.41 \text{ kg de inóculo}} = 12.5 \frac{\text{Kg de leche}}{\text{Kg de inóculo}}$$

$$\frac{12.5 \text{ kg de leche}}{1,032 \text{ kg/m}^3} = 0.121124037 \text{ m}^3 * \frac{264.2 \text{ Gln}}{1 \text{ m}^3} = 3.20 \text{ Gln de leche}$$

$$3.20 \frac{\text{Gln}}{\text{kg}} * \frac{3.785 \text{ L}}{1 \text{ Gln}} = 12.11 \frac{\text{L}}{\text{Kg de inóculo}}$$

De acuerdo a la propuesta del Flujograma presentado anteriormente, el granulo se introduce en la operación antes señalada; con el fin de lograr la transformación de la leche como materia prima en la obtención del kéfir, luego esa cantidad de gránulos se debe de retirar en la operación del filtrado para separar el producto final deseado del granulo; este se depositará en un tanque de almacenamiento y reutilizarlo. Es importante señalar que según **(Rattray y O'Connel, 2011; Tamime, 2006; Simova et al., 2002)**. El granulo de kéfir aumenta en 6 % su biomasa debido a que durante su crecimiento en la leche, las proporciones de microorganismos en

los gránulos difieren de aquellos presentes en el producto final. Esta diferencia se asocia a las condiciones del proceso de fermentación como: el tiempo de fermentación, la temperatura, el grado de agitación, el tipo de leche, la relación en el inóculo de gránulo/leche y la distribución de los microorganismos, entre otras.

4.7 SELECCIÓN DE EQUIPOS Y ACCESORIOS

Para la selección de equipos es necesario retomar el diagrama de proceso previamente definido.

De acuerdo al diagrama de procesos y las operaciones seleccionadas, los equipos a seleccionar serán los siguientes:

- ✓ Tanque de recepción
- ✓ Filtro recto corto
- ✓ Pasteurizador de placas
- ✓ Tanque de fermentación/maduración
- ✓ Tanque de almacenamiento
- ✓ Caldera

En el plano de distribución de equipos que se muestra en anexo se presenta la vista de planta de la propuesta de distribución de los equipos en la planta, donde se definen las distancias entre los equipos, trayectoria de la línea de proceso y la bomba a utilizar.

De acuerdo al plano de distribución de equipos, se tienen las siguientes observaciones:

Se propone utilizar solamente una bomba centrifugas de tipo móvil y de acero inoxidable 304 grado alimenticio, para todo el proceso.

La bomba moverá la leche desde el tanque de recepción hasta el tanque de fermentación/maduración, con una longitud de tubería total de 4.5 m, luego la misma bomba se utilizará para trasladar la leche desde el tanque de fermentación/maduración hasta el tanque cuya longitud es de 3 m de almacenamiento.

A continuación, en la tabla N° 19 se muestra la descripción de los accesorios y longitud de la tubería requerida para la instalación y conexión entre los equipos.

Tabla 15: Cantidades y tipos de accesorios

Etapas	U. Bomba	V. bola	V. globo	Codo	L. tubería	E/S.
R – F	SI	2	1	4	1.5	4
F – P	NO	1	0	4	1.5	2
P – F/M	NO	1	0	4	1.5	2
F/M – F	SI	1	0	4	1.5	2
F – A	NO	1	0	4	1.5	2

R: Recepción, F: Filtrado, P: Pasteurización, F/M: Fermentación/maduración, A: Almacenamiento, E/S: Entrada y salida del tanque

Donde:

U. Bomba: Ubicación de la Bomba

V. BOLA: Válvula de bola

V. globo: Válvula de globo

L. Tubería: Longitud de la tubería

E/S: Entrada y salida del tanque

Con la información de la tabla N° 19 se procede a calcular la bomba. Se tienen los siguientes datos:

- ✓ Q: 600 glns de leche
- ✓ L: 4.5 m (De R a F/M)
- ✓ V.bola:
- ✓ V.globo: 1
- ✓ Codo de 90°: 12
- ✓ E/S: 8

Aplicando la ecuación de Bernoulli en las etapas R-F/M, ubicadas en el tanque de recepción y filtro respectivamente:

$$\frac{P_1}{\delta} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + H_B = \frac{P_2}{\delta} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + h_f + h_m + \Delta p_F + \Delta p_{Past}$$

Donde:

P_1 : Presión manométrica en la superficie libre de la leche en el tanque de recepción, porque se encuentra abierto en el orificio de entrada de la materia prima.

$$P_1 = \emptyset$$

P_2 : Presión manométrica en la superficie libre de la leche en el tanque de fermentación/maduración, porque se encuentra abierto para la inoculación de los gránulos de kéfir en su parte superior.

$$P_2 = \emptyset$$

V_1 : Velocidad de la superficie libre de la leche en el tanque de recepción.

$$V_1 = \emptyset$$

V_2 : Velocidad en la superficie libre del tanque de maduración.

$$V_2 = \emptyset$$

Z_1 : Altura desde el eje de la bomba hasta la superficie libre de la leche en el tanque de recepción.

$$Z_1 = 1.5 \text{ m}$$

Z_2 : Altura medida desde el eje de la bomba hasta la entrada del tanque de fermentación/maduración.

$$Z_2 = 1.5 \text{ m}$$

h_f : Es la energía perdida por el fluido debido a la fricción de la leche y el tubo de acero, dado por la ecuación de Darcy-Weisbach.

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} [\text{m}]$$

h_m : Es la energía perdida por el fluido al pasar por los accesorios tales como codo, válvulas, etc.

$$h_m = \sum K \frac{V^2}{2g} [\text{m}]$$

H_B : Es la energía necesaria para la bomba, para poder trasladar el fluido desde el tanque de recepción hasta el tanque de enfriamiento.

Δp_F : Caída de presión generada por el filtro al paso del fluido de la leche a través de él.

Δp_{Past} = : Caída de presión generada por el pasteurizador.

$$\Delta p_{\text{Past}} = \Delta P_{pff} + \Delta P_R + \Delta P_E$$

Donde:

ΔP_{pff} : Caída de presión en las placas de pasteurización

ΔP_R : Caída de presión en las placas del regenerador del pasteurizador

ΔP_E : Caída de presión en las placas de enfriamiento del pasteurizador

Con la información anterior la ecuación de Bernoulli se reduce a:

$$H_B = f \frac{L}{\phi} * \frac{V^2}{2g} + \sum K \frac{V^2}{2g} + \Delta p_F + \Delta p_P$$

4.8 Determinación del flujo volumétrico de leche para el proceso

$$V_L = 600 \text{ Glns} * 3.785 \frac{\text{L}}{\text{Gln}} = 2,271 \text{ L}$$

Donde:

V_L : Volumen de la leche

Tiempo estimado de vaciado del tanque de recepción 20 min.

$$\dot{V}_L = \frac{V_L}{t} = \frac{600 \text{ Glns}}{20 \text{ min}} = 30 \text{ GPM}$$

Donde:

$\dot{V}_L$: Flujo volumétrico de la leche

GPM: Galones por minuto de leche

$$\dot{V}_L = 30 \frac{\text{Glns}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ m}^3}{264 \text{ Glns}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} = 0.001892 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \therefore 1.892 \frac{\text{L}}{\text{s}} * 60 \text{ s} = 113.52 \frac{\text{L}}{\text{min}} * 60 \text{ min} = 6,811.2 \frac{\text{L}}{\text{H}}$$

4.9 Selección de la velocidad de la leche en la tubería

Para la selección de velocidad de la leche en la tubería se hará uso de los siguientes valores definidos en el libro de manual de aire acondicionado Carrier.

Velocidad de succión (V_s) : 0.75 – 1.25m/s

Velocidad de descarga (V_d) : 1 -1.25 m/s

De los valores anteriores, se tomará una velocidad de 1.25 m/s para succión y descarga; con el fin de utilizar un único diámetro de tubería.

Con el flujo volumétrico de la leche y la velocidad previamente seleccionada se determina el área de la sección transversal del tubo:

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.001892 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{1.25 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0.001513 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, el diámetro del tubo se determina de la ecuación:

$$A = \frac{\pi}{4} \Phi^2$$

$$\text{De la cual se obtiene lo siguiente: } \Phi = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.001513 \text{ m}}{\pi}} = 0.04389 \text{ m} = 4.39 \text{ cm} = 1.73''$$

Del libro de Flujo de fluidos, de CRANE, se obtienen los valores normalizados de tuberías, para cedula 40, en el cual aparecen los siguientes diámetros normalizados:

- ✓ 1 ½ "
- ✓ 2 "

Con el diámetro calculado de 1.73" se compara con los valores de los diámetros normalizados, comercialmente disponibles y se escoge el valor normalizado de 1 ½ "; el cual dará una velocidad de descarga mayor y el costo unitario del tubo será menor, al de 2 ".

En la tabla N° 20 del libro de CRANE se obtienen los siguientes valores:

Tabla 16: Valores normalizados de tubería

Medida nominal de la tubería pulgadas mm	Diámetro exterior mm	Espesor mm	Diámetro interior mm
1.5	48.3	3.68	40.9

Con el valor del diámetro interior del tubo se recalcula la velocidad a través de la ecuación:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{(0.001892 \frac{\text{m}^3}{\text{s}})}{\pi/4 ((\frac{40.9}{1000})\text{m}^2)^2} = 1.44 \text{ m/s}$$

Con esta velocidad circulara la leche en el interior del tubo de 1 ½ ".

Los valores de coeficiente de perdida para los accesorios son los siguientes:

- ✓ bola; K= 0.05
- ✓ globo; K= 10
- ✓ Codo 90°; K= 1.5

$$\checkmark \quad E/S = 1$$

Para determinar el valor de f de la ecuación de Darcy-Weisbach se sigue el siguiente procedimiento:

Se determina el tipo de flujo según el N° de Reynolds

$$N^{\circ} \text{ de Reynolds} = \frac{V\phi\rho}{\mu}$$

Donde:

V : Velocidad de la leche en el interior del tubo

ϕ : Diámetro interior del tubo

μ : Viscosidad de la leche

μ : 2.2 centipois = 0.022 Pa*s

$$N^{\circ} \text{ de Reynolds} = \frac{(1.44 \text{ m/s})(\frac{40.9}{1000} \text{ m})(1,032 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})}{(0.022 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}})} = 2,762.75$$

De acuerdo al N° de Reynolds obtenido, el flujo se considera laminar para el cual el factor de fricción se determina por la ecuación:

$$f = \frac{64}{N^{\circ} \text{ de Reynolds}} = \frac{64}{2,762.75} = 0.023$$

Con los valores siguientes:

$$f = 0.023$$

$$\sum K = 4 * 0.05 + 1 * 10 + 12 * 1.5 + 8 * 1 = 36.2$$

$$L = 4.5 \text{ m}$$

$$v = 1.44 \text{ m/s}$$

$$\phi = 40.9 \text{ mm} = 0.0409 \text{ m}$$

$\Delta p_F = 10 \text{ bar} * \frac{10^5 \text{ N/m}^2}{1 \text{ bar}} = 10^6 \text{ N/m}^2$; convirtiendo esta presión a columna de agua (h) con $\gamma = 9810 \text{ N/m}^3$ y la densidad relativa de la leche que es igual a $s_{leche} = 1.032$ se obtiene el valor para h de:

$$h = \frac{10^6 \text{ N/m}^2}{9,810 \text{ N/m}^3 * 1.032} = 98.77 \text{ m}$$

El valor obtenido de 10 bar para Δp_F , se obtiene de la hoja técnica del filtro seleccionado para el proceso seleccionado.

$\Delta p_{Past} = 5 \text{ bar} * \frac{10^5 \text{ N/m}^2}{1 \text{ bar}} = 5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$; convirtiendo esta presión a columna de agua (h) con $\gamma = 9810 \text{ N/m}^3$ y la densidad relativa de la leche que es igual a $s_{leche} = 1.032$ se obtiene el valor para h de:

$$h = \frac{5 \times 10^5 \text{ N/m}^2}{9,810 \text{ N/m}^3 * 1.032} = 49.38 \text{ m}$$

El valor obtenido de 5 bar para Δp_{Past} , se obtiene de **(Gonzales, 2007)**. Para diseño de pasteurizadores.

Se sustituyen estos datos en la ecuación de Bernoulli para H_B y se obtiene la siguiente:

$$H_B = \frac{1.44^2}{2 * 9.81} \left(0.023 * \frac{4.5 \text{ m}}{0.0409 \text{ m}} + 36.2 \right) + 98.77 \text{ m} + 49.38 = 152.24 \text{ m}$$

Con los valores de H_B de 152.24 m y un caudal de 113.52 L/min, equivalente a 6.8112 m³/h; en catalogo se obtiene la bomba seleccionada con los siguientes, datos aportados por el fabricante:

Marca: Packo

Modelo: FMS

$Q_{\max} = 50 \text{ m}^3/\text{h}$

$H_{\max} = 215 \text{ m}$

$\eta = 0.91$

Con esta información se obtiene la potencia requerida por la bomba, para el caudal propuesto para el diseño tecnológico de producción de Kefir:

$$P = \frac{\delta Q H_B}{\eta} = \frac{1.032 * 9810 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} * 152.24 \text{ m} * 6.811 \text{ m}^3/\text{h}}{0.91} = \frac{11,524}{1,000} = 11.5224 \text{ KW}$$

4.10 Selección de la caldera

Realizando el balance de calor se tiene lo siguiente:

$$Q_c = Q_L - Q_P$$

Donde:

Q_c : Calor aportado por la caldera

Q_L : Calor absorbido por la leche

Q_P : Calor perdido por la pasteurización

El calor absorbido por la leche se determina con la ecuación de la primera ley de la termodinámica:

$$Q_L = \dot{m} * C_p * \Delta T$$

Donde:

$$\Delta T = T_{past} - T_{ent}$$

$$\dot{m} = \rho_{leche} * V_{leche}$$

ρ_{leche} : Densidad de la leche (Kg/m³)

V_{leche} : Flujo volumétrico de la leche (Kg/s)

Calculando el flujo másico de la leche en el interior del pasteurizador, se tiene lo siguiente:

$$\dot{m} = 1,032 \frac{Kg}{m^3} * 0.001892 \frac{m^3}{s} = 1.95 \frac{Kg}{s}$$

$\dot{m}$: Flujo másico de la leche al interior del pasteurizador (kg/s)

C_p : Calor específico de la leche (KJ/Kg. °C)

ΔT : Variación de la temperatura en el pasteurizador (°C)

T_{past} : Temperatura de pasteurización de la leche (°C)

T_{ent} : Temperatura de entrada al pasteurizador de la leche (°C)

Calculando Q_L con los siguientes datos se obtiene lo siguiente:

$$Q_L = 1.95 \frac{Kg}{s} * 3.79 \frac{KJ}{Kg} * (63 - 4)^\circ C = 436 \frac{KJ}{s} = 436 KW$$

El calor perdido por el pasteurizador de acuerdo a (Gonzales, 2007); se calcula con la ecuación

$$Q_P = K_{ace} * A_{TCP} * \Delta T$$

Donde:

Q_P : Calor perdido por la pasteurización

K_{ace} : Conductividad térmica del acero inoxidable

A_{TCP} : Área de transferencia de calor del pasteurizador

ΔT : Variación de la temperatura en el pasteurizador

$$A_{TCP} = 2\pi rh + 2\pi r^2 = 2\pi (0.5)(0.8) + 2\pi(0.5)^2 = 4.08 \text{ m}^2$$

$$Q_P = 16.3 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C} * 4.08 \text{ m}^2 * (63 - 4)^\circ C = 3923 \text{ W} = 3.92 \text{ KW}$$

La potencia calorífica de la caldera se determina con la ecuación anteriormente descrita:

$$Q_c = 436 \text{ KW} - 3.92 \text{ KW} = 432.08 \text{ KW}$$

Se base que un BHP (Caballo de fuerza caldera), equivale a 9.81 KW, por lo tanto la potencia calorífica de la caldera será de:

$$\text{BHP} = 432.08 \text{ KW} * \frac{1}{9.81 \text{ KW}} = 44.04 \text{ BHP}$$

La caldera a utilizar debe de tener una potencia calorífica mínima de 44 BHP, considerando que el flujo másico de leche de entrada es de 1.95 Kg/s. En el anexo N° 6 se muestran las especificaciones de la caldera a utilizar en el diseño tecnológico de producción de kéfir.

Con la información anteriormente determinada se procede a elegir de acuerdo a catálogo de los fabricantes los equipos requeridos para el proceso de elaboración del kéfir. En la tabla N° 21, se muestran los equipos elegidos para este proceso.

Tabla 17: Selección de los equipos para el diseño tecnológico de la producción de kéfir.

Nombre de equipos	Equipos seleccionados	Imagen
Tanque de recepción	Marca: FISHER, Modelo: 3000 LT	
Filtro recto corto	Marca: INOXPA, Modelo: 83700	
Pasteurizador de placa	Marca: INOXPA, Modelo: HTST 3000 LT	
Tanque de fermentación/maduración	Marca: INOXPA, Modelo: MFL	
Tanque de almacenamiento	Marca: FISHER, Modelo: 3000 LT	
Bomba centrífuga	Marca: PACKO, Modelo: FMS	
Caldera	Marca: Fulton Modelo: ICS/ICX/FB	

Fuente: Propia

V. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Este producto se caracteriza por inocular con gránulos de kéfir, sin embargo, este microorganismo tiene varios aspectos a considerar; uno de ellos es evitar el contacto con los iones metálicos ya que estos interactúan con los gránulos que son naturalmente ácidos y si estos iones, de los materiales de metal se acumulan de manera regular, pueden generar niveles de toxicidad y contaminar la leche en la que se inocula. Los metales que se deben evitar son: Latón, hierro, cobre, zinc y aluminio que son los más comunes entre los metales reactivos. Por tanto, el acero inoxidable tipo 304/316, que es un metal popular utilizado para la industria de alimentos, específicamente por su alta resistencia a la acides, es un metal inerte y por lo tanto es apto para la preparación de kéfir.

Para los cálculos de ingeniería se tomó en cuenta que la empresa tiene a disposición 600 galones de leche por lote, para ser procesado en kéfir, cada lote tiene una duración de 27 horas diarias, equivalente a 2 jornadas laborales. La empresa actualmente se dedica a la fabricación de quesillos. La temperatura óptima que se utilizó en el fermentador fue de 25°C para desarrollar.

El tanque de recepción que se seleccionó este fabricado de acero inoxidable tipo 316, con un sistema de enfriamiento incorporado que permite bajar la temperatura a 4°C al salir de dicho tanque, a continuación se bombea la leche hasta el pasteurizador, haciéndolo pasar previamente por el filtro recto corto donde se eliminan impurezas que arrastra la leche, dicho filtro trabaja a 5 bar de presión; luego al ingresar al pasteurizador con un flujo de 1.95 m³/s, la leche aumenta su temperatura a 63°C, que es la temperatura de pasteurización seleccionada para este producto. El pasteurizador de placas con capacidad de 3,000 L/s, adicionalmente enfría la leche, una vez pasteurizada hasta 4°C.

Una vez que la leche es pasteurizada, ingresa al tanque Fermentador/Madurador que funciona con vapor saturado aportado por una caldera, para alcanzar la temperatura de fermentado 25°C, durante 8-12 horas, para luego en ese mismo tanque, que esta acondicionado para enfriamiento se alcanza la temperatura de maduración de 24-16°C por un periodo de 9-13 horas, hasta que alcance las condiciones ideales de pH y contenido de Alcohol que son de 4.0-4.6 y de 0.1-0.3% respectivamente. Cabe mencionar que el tanque Fermentador/Madurador lleva incorporado un motor-agitador que permite lograr un producto más homogéneo.

Finalmente, el Kéfir es bombeado desde el tanque Fermentador/Madurador hasta el tanque de almacenamiento, haciéndolo pasar por un filtro donde se extrae el granulo para recirculación en la cantidad de 187.41 kg. El tanque de almacenamiento, lleva incorporado un sistema de enfriamiento que permite alcanzar la temperatura final de almacenamiento que es de 4°C.

Es importante señalar que todos los accesorios y tuberías a utilizar, también son de acero inoxidable de tipo 316 grado alimenticio, que, tal como se mencionó anteriormente, es ideal para la leche dado que es completamente inerte y no genera reacciones de ningún al contacto con los líquidos alimenticios como la leche.

Finalmente, los equipos seleccionados para el proceso de elaboración del Kéfir, se plasmaron en un plano de distribución donde se muestran las distancias entre equipos de 1.5 m y las dimensiones totales del edificio que son de 12x12 m². Las dimensiones se basan considerando las disposiciones y obligaciones emitidas por el Ministerio del Trabajo de la Republica de Nicaragua.

De igual manera para este proceso se definió como objetivo nombrar la composición fisicoquímica y microbiológica del Kéfir; por ello la siguiente información:

Tabla 18: Composición físico química de la bebida de kéfir

Valor pH	4.0 – 4.6
Materia grasa	Depende de la fuente de leche, esta puede ser de cabra, vaca , yegua; 3.5 g / 100 g.
Proteína	3 – 3.4 g / 100 g.
Lactosa	2 – 3.5 g / 100g.
Ácido láctico	0.6 – 1 %
Ácidos orgánicos	Ácido acético, fórmico, succínico, caproico, caprílico, y laurico.
Etanol	0.5 – 2 %
CO ₂	0.08 – 0.2 %
Vitaminas	Tiamina, piridoxina, ácido fólico.
Compuestos aromáticos	Acetaldehído, diacetilo, acetona.

Fuente: **(Ortega, 2014 Elaboración de dos bebidas, fermentadas con gránulos de kéfir en agua y leche, para comprobar si son bebidas probióticas según la norma INEN 2395. 2011).**

Tabla 19: Población microbiana en el kéfir

Lactobacilli	Sub especies
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	
<i>Lactobacillus bevis</i>	
<i>Lactobacillus paracasei</i> subsp. <i>casei</i>	<i>Lactobacillus casei</i>
<i>Lactobacillus paracasei</i> subsp. <i>paracasei</i>	<i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>Pseudoplatarum</i>
<i>Lactobacillus fermentum</i>	
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>Bulgaricus</i>	
<i>Lactobacillus helveticus</i>	
<i>Lactobacillus kefirí</i>	
<i>Lactobacillus kefiranofaciens</i> subsp. <i>Kefiranofaciens</i>	<i>Lactobacillus kefiranofaciens</i>
<i>Lactobacillus kefiranofaciens</i> subsp. <i>Kefirgranum</i>	<i>Lactobacillus kefirgranum</i>
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>Lactis</i>	<i>Lactobacillus lactis</i>
<i>Lactobacillus parakefirí</i>	
<i>Lactobacillus plantarum</i>	
Otras bacterias	
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>Cremoris</i>	<i>Lactococcus cremoris</i> ; <i>Streptococcus cremoris</i>
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>Lactis</i>	<i>Lactococcus lactis</i> ; <i>Streptococcus lactis</i>
<i>Streptococcus thermophilus</i>	
<i>Enterococcus durans</i>	
<i>Leuconostoc. Mesenteroides</i> subsp. <i>Cremoris</i>	
<i>Leuconostoc. Mesente</i> subsp. <i>Mesenteroides</i>	
<i>Acetobacter aceti</i>	

Fuente: Lopitz F et, al, 2006, Kéfir, una comunidad simbiótica de bacterias y levaduras con propiedades saludables.

Tabla 20: Levaduras presentes en el kéfir.

<i>Dekkera anómala</i> (t)/ <i>Brettanomyces anomatus</i> (a)	
<i>Torulaspora delbrueckii</i> (t)	<i>Sacharomyces delbrueckii</i> ; <i>Candida coliculosa</i>
<i>Candida friedrichii</i>	
<i>Candida humilis</i>	
<i>Sacharomyces exiguus</i>	<i>Torulopsis holmi</i> ; <i>Candida holmil</i>
<i>Candida inconspicua</i>	
<i>Kluveromyces marxianus</i> (t)/ <i>Candida Kefyr</i> (a)	<i>Kluveromyces marxianus</i> var. <i>marxianus</i>
<i>Pichia fermentans</i> (t)/ <i>Candida firmentaria</i> (a)	<i>Candida lambica</i>
<i>Issatchenkia orientalis</i> (t)/ <i>Candida krusei</i> (a)	
<i>Candida maris</i>	
<i>Cryptococcus humicolus</i>	
<i>Debaryomyces hansenii</i> (t)/ <i>Candida famata</i> (a)	
<i>Debaryomyces</i> (<i>Schwanniomyces</i>) <i>occidentalis</i>	
<i>Galactomyces geotrichum</i> (t) / <i>Geotrichum canddum</i> (a)	
<i>Kluyveromyces lodderae</i>	
<i>Sacharomyces cerevisiae</i>	
<i>Sacharomyces pastorianus</i>	<i>Sacharomyces carisbergensis</i>
<i>Sacharomyces unisporus</i>	
<i>Yarrowia</i> (t) / <i>Candida lipolytica</i> (a)	

Fuente: Lopitz F et, al., 2006, Kéfir, una comunidad simbiótica de bacterias y levaduras con propiedades saludables

Así mismo en la **tabla N° 14** se muestran los indicadores microbiológicos presentes en el kéfir:

Tabla 21: Indicadores microbiológicos presentes en el kéfir

Nombre de productos	El número de Microorganismos de ácido láctico UFC / g	Masa del producto (g / cm ³) en la que no está permitido.			Levadura , moho, ufc / g no más.
		<i>Bacteria E. coli</i>	<i>S.aureus</i>	Patógeno, incluida la salmonella	
Productos lácteos fermentados líquidos, Incluidos yogures con una vida útil de no más de 72 horas	No menos de 10 ⁷	0,01	1,0	25	No menos de 10 ⁴

Fuente: (BUENO, 2017)

VI. CONCLUSIONES

- ✓ Se nombró la composición fisicoquímica y microbiológica del Kéfir indicando sus principales propiedades tales como, valor pH, Materia grasa, Proteína, Lactosa, Ácido láctico, Ácidos orgánicos, Etanol, CO₂, Vitaminas, Compuestos aromáticos, y la población microbiológica presentes en el kéfir.
- ✓ Las variables del proceso que fueron identificadas para el diseño tecnológico de producción de en una mediana empresa contemplado en este tema monográfico, solamente se consideran dos, que son la temperatura y el tiempo.
- ✓ También se seleccionaron todos los equipos necesarios para la elaboración de del kéfir, a partir de la propuesta del diseño tecnológico de producción de kéfir en una mediana empresa, desde la recepción de la leche hasta el almacenamiento, previo al envasado, los equipos seleccionados fueron: tanques de recepción con enfriamiento, filtro recto corto, pasteurizador enfriador de placas, tanque fermentador/madurador con agitador de paletas.
- ✓ De igual manera se elaboró la propuesta del flujograma para el diseño del proceso de producción de kéfir y adicionalmente se construyó el plano de distribución de los equipos presentes en el proceso de producción de kéfir.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ El kéfir se lo puede consumir de manera natural descrita en esta propuesta de diseño sin embargo se puede saborizar con fruta natural sin someter a tratamiento térmico, o saborizantes artificiales.
- ✓ Es recomendable aprovechar lavar la bomba centrífuga en el proceso con el sistema de limpieza CIP (cleaning-in-place); para la eliminación de los residuos del sistema de procesamiento.
- ✓ Explorar la posibilidad de una activación previa del inóculo para reducir el tiempo de fermentación.
- ✓ Se recomienda realizar un estudio bromatológico de los gránulos de Kéfir con el fin de evaluar el crecimiento probable en masa que se pueda tener y sus pérdidas o ganancias de su carga microbiana.
- ✓ La sobreproducción de los gránulos de kéfir puede aprovecharse para el desarrollo de nuevas investigaciones y obtener nuevos productos.
- ✓ Se recomienda realizar un estudio de mercado que defina la presentación final del producto, así como sus costos, precio de venta, y un estudio de pre factibilidad de la planta.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Álava, G. (2012). *Determinación de las características agrónomicas de 15 cultivares de maní (Arachis hypogaea L.)*. Guayaquil, Ecuador.
- Anaya-Durand, A., & Pedroza-Flores, H. (2008). *Escalamiento, el arte de la ingeniería química: Plantas piloto*.
- Balcázar, M. E. (2011). Elaboracion y Aplicacion Gatronomica del Yogurt. *Elaboracion y Aplicacion Gatronomica del Yogurt*, 242.
- Corrales, C. (2007). SOBREVIVENCIA DE MICROORGANISMOS PROBIÓTICOS EN HELADO BATIDO LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS Y BIFIDOBACTERIUM LACTIS EN HELADO BATIDO. *SciELO*, 163.
- BALTODANO, J. A. (1 de mayo de 2017). *Repositorio Unan*. Obtenido de repositorio.unan.edu.ni/2826/7/17005.pdf:
<https://repositorio.unan.edu.ni/2826/7/17005.pdf>
- BUENO, F. M. (1 de 1 de 2017). *Evaluacion Fisicoquímica de la leche*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13538/1/UPS-CT006912.pdf>:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13538/1/UPS-CT006912.pdf>
- Casanova Zamora, A., & García Mendoza, R. (2014). *Efecto de seis densidades de siembra de cultivo de maní (Arachis hypogaea L.) variedad Georgia 06-G con manejo agroecológico, en el Municipio de Telica*. León, Nicaragua.
- CHAMPAGNE. (1 de 1 de 2005). *Challenges in the Addition of Probiotic Cultures to Foods*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15730189>
- CHARLES, Alais. "Ciencia de la leche, principios de técnica lechera". Décima segunda impresión México. Compañía editorial continental S.A. de C.V., (1998)
- COMPAL. (2008). Estudio sobre la Cadena de Comercialización de Productos. *Estudio sobre la Cadena de Comercialización de Productos*, 124.
- García, B. (2006). ELABORACIÓN DE KÉFIR. *INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE BIOTECNOLOGÍA*, 110.
- Gonzales, M. (2007). Diseño de un pasteurizador de helados. *Universidad de cadiz*, 289.
- Fundamentals of the ingeneering thermodynamics, seventh edition.
- Fundamentals of heat and mass transfer, seventh edition.

Fluid Mechanics, Frank White, fourth edition.

MIRRE, Juan Carlos. "Kéfir: El rey de los probióticos." Madrid, España. DiscoverySalud, Revista de salud y medicina. Ediciones MK3 S.L. Disponible en: <https://www.dsalud.com/reportaje/kefir-el-rey-de-los-probioticos/>

Socayentepe, E. N. (2015). PERFIL DE LA INSTALACION DE UNA PLANTA PARA LA PRODUCCION ARTESANAL DE YOGURT. *PERFIL DE LA INSTALACION DE UNA PLANTA PARA LA PRODUCCION ARTESANAL DE YOGURT*, 49.

TORRES, J. G. (2015). FERMENTACION DE LECHE DESCREMADA. *FERMENTACION DE LECHE DESCREMADA*, 221.

Trujillo, E. (2019). Diseño de un proceso Industrial para la elaboracion de kefir en la microempresa de lacteos. *Escuela Superior Politecnica de Chimborazo*, 129.

<https://unctadcompal.org/wp-content/uploads/2017/03/Nicaragua-Sector-Lacteos.pdf><https://www.ugr.es/~jtorres/t7.pdf> (Ec. Mecanica de fluido)

IX. ANEXOS

Anexo 1: Ficha técnica de tanque de recepción para refrigeración seleccionado para el diseño tecnológico de producción de Kéfir.

FICHA TECNICA 1. TANQUES DE REFRIGERACIÓN

I. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

Equipo que permite mantener fría la leche, hasta su uso final, construido en acero inoxidable; tanque horizontal de 3,500 lts y tanque vertical de 1,000 lts ambos con agitador a 20 rpm

II. DATOS TÉCNICOS

Marca	Fischer
Modelo (Lt)	5,000, 3,500 y 1000
Potencia (HP)	7.5
Capacidad (Lt)	5,000, 3,500 y 1000
Voltaje (voltios)	220
Suministro	monofásico
Vida útil (años)	10
Peso (Kg)	80
Requiere para su instalación	Interruptor Termo magnético de 60 A

III. COSTOS DE FUNCIONAMIENTO

Costo de electricidad S./hora	S/.2.40 por hora. Aproximadamente con tarifa BT5B (S/.0.40/kwh)
Repuestos que utiliza la máquina	Cojinetes, etc.
Insumos para la máquina	Grasa para la máquina.
Mano de obra necesaria	1 persona

IV. RECOMENDACIONES

Solicitar siempre un manual o catálogo de funcionamiento de la máquina.
Solicitar una capacitación previa del uso de la máquina.
Solicitar tiempo de garantía.

V. DONDE SE PUEDE COMPRAR

Empresa que comercializa	FISCHER AGRO
Costo aproximado de la máquina	US \$ 11,000; US\$ 10,000 y US\$ 3,000
Garantía	1 año
Dirección tienda	Av. Tomás Marsano 2455 – Ovalo de Higuiereta, Surquillo, Lima 34
Teléfonos	(51-1) 271 77 78 998838409 – 993 984010
Dirección electrónica	ventas@fischer-peru.com www.fischer-peru.com



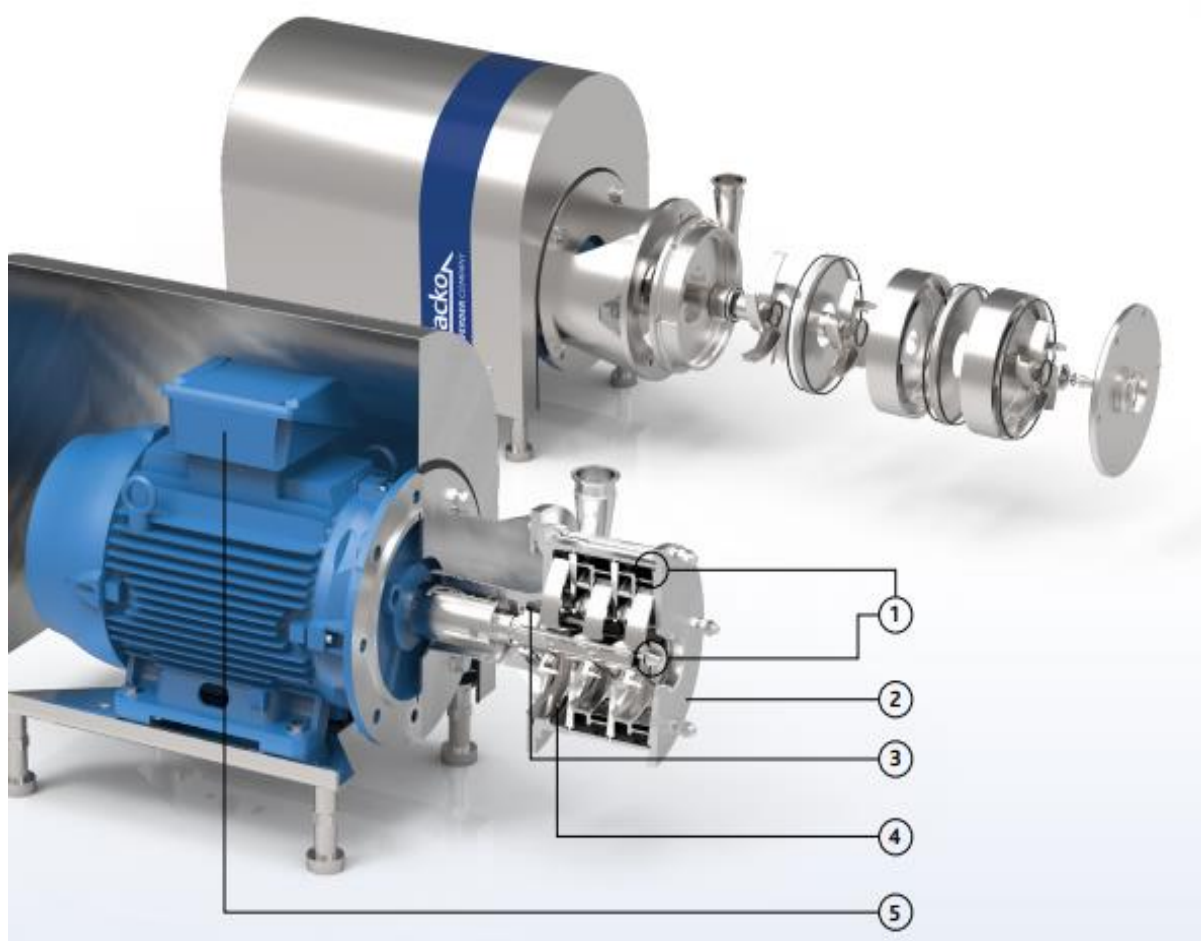
Anexo 2: Ficha técnica de Bomba centrífuga recto corto seleccionado para el diseño tecnológico de producción de Kéfir.

Serie de bombas FMS



Características

Las bombas multietapa Packo diseñadas higiénicamente de la serie FMS se utilizan como bomba de proceso en las más diversas aplicaciones en los sectores de alimentación, farmacéutico y químico. Son la elección adecuada para operaciones con caudales moderados y elevadas presiones.



Sus ventajas

- Ideal para funcionamiento a caudal moderado y altas presiones
- Alta eficiencia de la bomba dando como resultado un menor consumo de energía
- Bajos valores de NPSH: menos riesgo en cavitación
- Electropulido: fácil de limpiar
- Instalación y mantenimiento fáciles: menos tiempo de inactividad
- Uso de componentes estándar
- Fácil de instalar

Áreas de aplicación

Para uso en los sectores de alimentación, cervezas, bebidas, farmacéutico y químico como bomba de transferencia y mezclado para productos alimentarios líquidos, bebidas, lociones, etc.

Aplicaciones típicas: bomba de proceso para intercambiadores de calor de placa, sistemas de pasteurización, filtros, máquinas de llenado, mezcladores, purgadores de aire, carbonatadores y sistemas de limpieza de alta presión.

Serie de bombas	FMS
Área de trabajo	
máx. caudal	50 m³/h
máx. presión diferencial	215 m
máx. presión de aspiración	10 bar
máx. viscosidad del fluido	250 cP
máx. temperatura	140°C
tipo de impulsor	abierto
máx. paso libre	14 mm
máx. potencia del motor	45 kW
máx. revoluciones	3000/3600 rpm
frecuencia disponible	50/60 Hz
Especificaciones técnicas	
material de las piezas en contacto con el medio	acero inoxidable 316L o similar
configuración de sello mecánico	sencillo, enfriamiento, doble
material de junta tórica disponible	EPDM, FKM
conexiones	accesorios higiénicos
calidad de la superficie	calidad higiénica, soldaduras internas pulidas a mano + electropulido
certificados y legislación	   

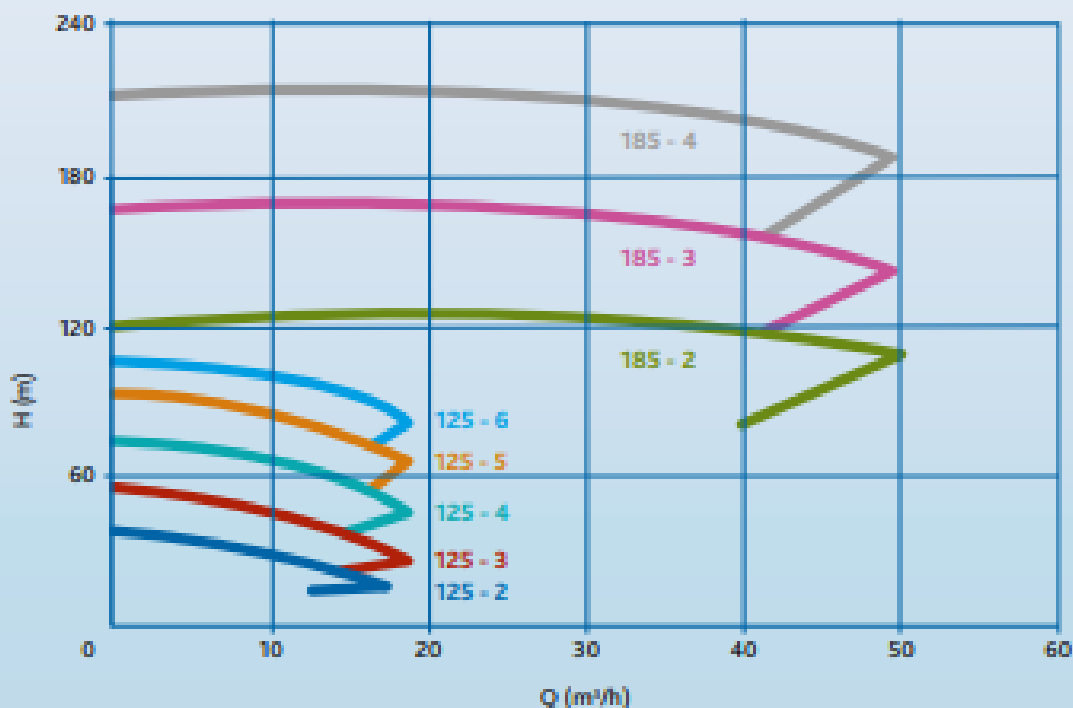
FMS

- 1 Electropulido, construcción fácil de limpiar, sin espacios donde queden atrapadas las bacterias y sin pequeñas holguras para limpiar el área alrededor de la junta tórica
- 2 Diseño de fundición de precisión
- 3 Gran cavidad de junta para limpiar la junta mecánica adecuadamente
- 4 Impulsores abiertos: sin fuerzas axiales en los cojinetes del motor
- 5 Ejecución monobloque con motores IEC estándar
- 6 Juntas mecánicas de fuelle o juntas tóricas estériles aprobadas por la FDA (muelle no en contacto con el líquido)



Curvas de rendimiento a 2900 rpm

FMS



Anexo 3: Ficha técnica de filtro recto corto seleccionado para el diseño tecnológico de producción de Kéfir.

I Diseño y características

Existen distintas configuraciones:

- Limpieza del tamiz **sin desmontar el filtro**:

Filtro escuadra (82700): la entrada y la salida del producto forman un ángulo recto.

Filtro recto corto (83700): la entrada y la salida del producto están en una misma dirección.

- Limpieza del tamiz **desmontando el filtro**:

Filtro recto (81700): la entrada y la salida del producto están en una misma dirección.

Baja pérdida de carga.

Conexiones: DIN EN 10357 serie A y ASTM A269/270 (corresponde a tubo OD).

Tamiz con taladro circular ($\varnothing$ 0,5 mm a $\varnothing$ 5 mm) o taladro longitudinal (10 x 1 mm).

I Materiales

Cuerpo

AISI 316L

Juntas

EPDM

Acabado superficial interno

Ra $\leq$ 0,8 μ m

Acabado superficial externo

Mate

I Opciones

Juntas en FPM.

Otras conexiones.

Filtro recto corto Clamp OD 6".

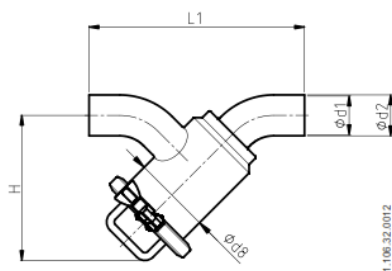
Tamiz de perfil triangular.

Cámara de calefacción.

Opción de filtración de fuera a dentro del tamiz.

Filtro doble.



I Dimensiones**FILTRO RECTO CORTO (83700)**

Soldar / Soldar DIN						
DN	Ød1	Ød2	Ød8	L1	H	kg
25	26	29	76,2	235	169	1,5
32	32	35	76,2	242	171	1,6
40	38	41	101,6	260	196	2,5
50	50	53	101,6	279	201	2,5
65	66	70	114,3	319	246	3,5
80	81	85	114,3	374	252	3,8
100	100	104	154,0	400	276	7,4
125	125	129	219,1	667	356	17
150	150	154	219,1	720	368	18

Soldar / Soldar OD						
DN	Ød1	Ød2	Ød8	L1	H	kg
1"	22,1	25,4	76,2	214	169	1,7
1½"	34,8	38,1	101,6	243	196	2,9
2"	47,5	50,8	101,6	300	201	3,2
2½"	60,2	63,5	114,3	346	246	3,8
3"	72,9	76,2	114,3	378	252	4,1
4"	97,4	101,6	154	470	276	7,3

Anexo 4: Ficha técnica de pasteurizador de placa seleccionado para el diseño tecnológico de producción de Kefir.

I Materiales

Piezas en contacto con el producto
 Resto de material y cuadro eléctrico
 Cierre mecánico de la bomba
 Juntas en contacto con el producto
 Acabado superficial

AISI 304
 AISI 304
 C/SIC/EPDM
 EPDM y NBR
 $Ra \leq 0.8 \mu m$



I Especificaciones técnicas

Caudal de trabajo:	500 l/h - 1000 l/h - 2000 l/h - 3000 l/h - 5000 l/h
Temperatura de entrada producto:	4 °C
Temperatura de pasteurización:	72 °C
Temperatura de salida producto:	4 °C
Tiempo de retención:	15 s
Temperatura de agua caliente:	74 °C
Temperatura agua glicolada:	4 °C
Caudal necesario agua glicolada: en función del caudal a pasteurizar y del número de etapas.	
Caudal y temperatura agua caliente: en función del caudal a pasteurizar	

* Consultar para otros parámetros de trabajo.

I Diseño y características

Equipo compacto compuesto por :

- Tanque de balance, de 100 litros, en AISI 304.
- Bomba de alimentación centrífuga Hyginox SE.
- Intercambiador de calor de placas, que puede ser de 1, 2 o 3 etapas, a petición del cliente y/o proceso. Con bastidor de acero inoxidable, placas de acero inoxidable AISI 316L de 0,6 mm de espesor. Con juntas de NBR, fijadas mecánicamente.
- El tubo retenedor se ha diseñado con ligera inclinación para mejorar el drenaje del tubo.
- Válvula de desvío automática tipo KH (3 vías), además de válvulas de mariposa de operación manual y la instrumentación necesaria para el control de la temperatura de pasteurización.
- Válvula modulante de 3 vías, para el agua caliente, con posicionador electropneumático.
- Todo el skid de pasteurización va montado sobre una estructura en acero inoxidable con patas regulables en altura.
- Para operar con el equipo, se incluye un cuadro de control en acero inoxidable AISI 304. El cuadro de mando lleva regulador de temperatura.



Anexo 5: Ficha técnica de fermentador / madurador seleccionado para el diseño tecnológico de producción de Kéfir.

I Diseño y características

Unidad cerrada vertical en acero inoxidable AISI 316L o AISI 304.
Cámara para calentamiento con agua o vapor.
Enfriamiento con agua glicolada.
Agitador con velocidad variable para la mezcla homogénea.
Sonda control temperatura.
Regulador de temperatura.
Sensores de nivel.
Filtro entrada aire.
Bolas difusores para la limpieza CIP.
Minilla con luz para inspección.
Boca de hombre para inspección y mantenimiento.





INOXPA®

SOURCE OF SOLUTIONS

Madurador/Fermentador para Productos Lácteos

MFL

I Materiales

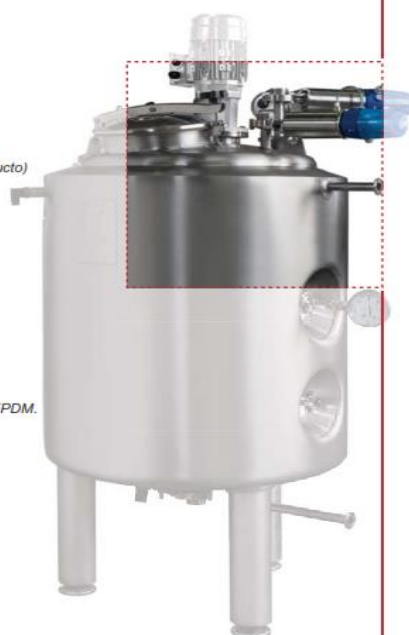
Piezas en contacto con el producto	AISI 316L y AISI 304
Resto de materiales	AISI 304
Juntas en contacto con el producto	EPDM
Acabado superficial interno	Ra ≤ 0.8 µm (en contacto con el producto)
Acabado superficial externo	pulido mate

I Opciones

Filtros para esterilización con vapor.

I Especificaciones técnicas

Capacidades des de 150 a 5.000 L.
Válvulas de mariposa 1" & ¾" en acero inoxidable AISI 316L DN25 con junta EPDM.
Actuador vertical para C-TOP en acero inoxidable AISI 304L.
C-TOP y Magnético Reed 24V DC 1E 1M.
Válvulas de seguridad DN25 y drenaje.
Manómetro 10 bar, 1½".
Sacamuestras Keofitt.



Anexo 6: Ficha técnica de caldera seleccionada para el diseño tecnológico de producción de Kéfir.



Specifications

Models ICS/ICX/FB		4	6	9.5	10	15	20	25	30	50	60
Boiler Connections											
N. Steam Outlet 15 PSI		1" 25	1" NPT	N/A	1.5" NPT	2" NPT	3" CL150# Flange	3" CL150# Flange	3" CL150# Flange	4" CL150# Flange	4" CL150#
N. Steam Outlet 150 PSI		0.75" 19	0.75" NPT	1" NPT	1" NPT	1.25" NPT	1.5" NPT	2" NPT	2" NPT Flange	3" CL150# Flange	3" CL150#
O. Safety Valve Outlet 15 PSI		IN MM	0.75 19	0.75 19	N/A	0.75 19	1 32	1.5 38	1.5 38	1.5 38	2 38
O. Safety Valve Outlet 150 PSI+ (9.5 HP 100 PSI)		IN MM	1 25	1 25	1 25	1 25	1 25	1 25	1 25	1.25 32	1.25 32
P. Safety Valve Inlet 15 PSI++		IN MM	0.75 19	0.75 19	N/A	0.75 19	1 25	1.25 32	1.25 32	1.25 32	1.5 32
P. Safety Valve Inlet 150 PSI (9.5 HP 100 PSI)		IN MM	0.75 19	0.75 19	0.75 19	0.75 19	0.75 19	0.75 19	0.75 19	1 25	1 25
Q. Feedwater Inlet		IN MM	0.75 19	0.75 19	1 25	1 25	1 25	1 25	1 25	1 25	1 25
R. Blowdown Outlet		IN MM	1 25	1 25	1 25	1 25	1 25	1.25 32	1.25 32	1.25 32	1.5 38
S. Water Column Blowdown		IN MM	1 25	1 25	1 25	1 25	1 25	1 25	1 25	1 25	1 25