

PROCESO FERMENTATIVO EN LA OBTENCIÓN DE PROTEINA CELULAR
APARTIR DE LACTOSUERO

JHAIR RICARDO TORRES ACOSTA
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGIA E INGENIERÍA
ESPECIALIZACION EN PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS Y BIOMATERIALES
IPIALES
2020

PROCESO FERMENTATIVO EN LA OBTENCIÓN DE PROTEINA CELULAR
APARTIR DE LACTOSUERO

JHAIR RICARDO TORRES ACOSTA
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS Y BIOMATERIALES

ANDREA VASQUEZ GARCIA
DOCTORA EN INGENIERÍA DE LOS ALIMENTOS
UNIVERSIDAD DE SÃO PAULO - FZEA - BRASIL

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGIA E INGENIERÍA
ESPECIALIZACION EN PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS Y BIOMATERIALES
IPIALES
2020

NOTA DE ACEPTACION

FIRMA DEL REPRESENTANTE DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

Ipiales, 18 de octubre del 2020

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación es dedicado a EMILIANO TORRES mi hijo, a quien me hace soñar cada día por superarme en conocimientos y como persona, el cual este camino de conocimiento es muy largo pero iniciamos con este primer logro y muchos mas

AGRADECIMIENTOS

Salmo 37:4, Deléitate asimismo en jehová, y El té concederá las peticiones de tu corazón.

En primer lugar mi dedicatoria es para Dios, en segundo lugar a mis padres, esposa e hijo que son los motores para culminar un sueño más.

A mi Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Al programa y a mis docentes que inculcaron en mi conocimientos y horas de preparación para ser una persona más capacitada para afrontar los desafíos laborales

CONTENIDO

Introducción	
1. Planteamiento del problema.....	5
2. Justificación.....	6
3. Objetivos.....	7
3.1. Objetivo general.....	7
3.2 Objetivo específico.....	7
4. Residuos agroalimentarios en el departamento de Nariño.....	8
5. Proceso industrial obtención de proteína celular.....	9
5.1 Diagrama de flujo de proteína celular.....	10
6. Simulación de producción.....	11
7. Variables del proceso.....	13
8. Optimización del proceso de producción.....	14
8.1 Ventajas de la implementación.....	14
8.2 Pasos para la implementación	15
9. Marco normativo colombiano	17
10. Viabilidad del proyecto.....	18
11. Conclusiones.....	19
12. Bibliografía.....	21

LISTA ESPECIALES

1. **Grafica 1.** Diagrama de flujo Simulador COCO.....11
2. **Grafica 2.** Diagrama flujo de desproteinizado de lactosuero.....11
3. **Grafica 3.** Diagrama flujo de fermentación.....12
4. **Grafica 4.** Simulación de operación unitaria imagen global.....13
5. **Grafica 5.** Marco normativo colombiano.....17

GLOSARIO

ABSORCIÓN: Movimiento de sustancias hacia el interior de las células. / Transferencia de energía desde las ondas electro-magnéticas a los enlaces químicos.

AEROBIO: Cualquier organismo que requiere oxígeno para crecer.

AGUAS RESIDUALES: Líquidos o residuos orgánicos transportados por la red cloacal

BIOMASA: Masa total de organismos vivos en un ambiente.

BIOREACTOR: Un biorreactor es un recipiente o sistema que mantiene un ambiente biológicamente activo. En algunos casos, un biorreactor es un recipiente en el que se lleva a cabo un proceso químico que involucra organismos o sustancias bioquímicamente activas derivadas de dichos organismos. Este proceso puede ser aeróbico o anaeróbico. Estos biorreactores son comúnmente cilíndricos, variando en tamaño desde algunos mililitros hasta metros cúbicos y son usualmente fabricados en acero inoxidable.

CURVA DE CRECIMIENTO: Representación de los cambios en la población microbiana a lo largo del tiempo.

FASE DE LATENCIA: La que transcurre entre la inoculación y el comienzo del crecimiento activo.

FASE ESTACIONARIA: Etapa del desarrollo microbiano en el que cesa el crecimiento.

FASE EXPONENCIAL: Etapa en la cual la población crece según una relación exponencial y las células se dividen a una velocidad constante.

FERMENTACIÓN: Proceso catabólico con reacciones de óxido-reducción entre moléculas orgánicas, donde el ATP se forma por fosforilación a nivel sustrato.

FLUJO DE AIRE LAMINAR: Desplazamiento del aire a lo largo de líneas de flujo paralelas.

INOCULACIÓN: Proceso por el que, a una planta o a un sustrato se le añade un inóculo

INÓCULO: Mezcla de propágulos, micelio o esporas de un hongo capaz de colonizar una raíz o un sustrato.

LACTOSA: Disacárido formado por glucosa y galactosa

LEVADURA: Son un grupo de hongos unicelulares del género *Saccharomyces*, que son capaces de fermentar carbohidratos

MEDIO NUTRITIVO: Mezcla de los elementos implicados en la nutrición de un organismo.

OXIDACION: Es una reacción química en la que los compuestos químicos reaccionan con oxígeno, que por lo general produce sabores y aromas desagradables.

PH: Es la escala utilizada para medir la acidez o alcalinidad de una solución, va de un valor de 1 a 14, siendo el 7 el valor correspondiente a neutro, valores menores son ácidos y los superiores son alcalinos.

PROTEÍNA CELULAR:

SUBSTRATO: Molécula sobre la que actúa una enzima, transformándola

TOMA DE MUESTRA: Actividad que consiste en extraer de un lote de materias primas o productos elaborados una determinada selección cualitativa y cuantitativamente representativa, a efectos de determinar mediante análisis organoléptico y/o de laboratorio la aptitud de todo el lote

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo buscar una alternativa frente a los residuos agroalimentarios desechados en el departamento de Nariño presente en la cadena productiva láctea, proveniente de la producción de quesos frescos. Como lo es el lactosuero. Sustancia desechada que contiene aproximadamente el 90% del total de la leche, estimando en la producción de quesos que el 90 % es suero, conservando sus propiedades nutricionales en un 55 %. El proceso a ejecutar es la obtención de una proteína celular, mediante procesos de inoculación de levadura, desprotenización del lactosuero, fermentación, centrifugación y secado.

Este proceso biotecnológico lo simulamos mediante el simulador COCO, (Cape-Open a Cape-Open), generando variación en dos factores como presión y temperatura, para determinar las mejores condiciones para la obtención de la proteína celular.

Se lleva a cabo el proceso de fermentación en un equipo de bioreactor de columna con las siguientes condiciones, agitación de 200 rpm, flujo constante de aire (0,6 VVM) y una temperatura de 25 °C.

Previo a este proceso se realiza la preparación del inóculo con una fuente de levadura (*Kluyveromyces Marxianus*) y la adecuación del lactosuero corrigiendo pH con el fin de eliminar contaminación por algunas bacterias, generando un tratamiento térmico para obtener un lactosuero desproteínizado. Obteniendo, 40 ml de biomasa y posteriormente la proteína celular.

Al interior proceso se busca optimizar el proceso con implementación de una herramienta digital, "RPA" (Robotic Process Automation), este software emula la ejecución humana de trabajos repetitivos, realizándolo de una manera mucho más rápida reduciendo costos, disminuyendo errores y aumentando precisión, facilitando la productividad.

Esta investigación es amparada bajo la resolución 2997 de 2007 del 29 de agosto del 2007, y la resolución 3803 del 2016, Por la cual se establecen las Recomendaciones de Ingesta de Energía y Nutrientes- RIEN

Esta investigación tiene como objetivo generar un nuevo producto a partir de los residuos agroalimentarios de su región, aplicando y desarrollando la ingeniería agroindustrial realizando simulación, diagrama de procesos, optimizando procesos para buscar la viabilidad del mismo generando un aprovechamiento en cada región

PALABRAS CLAVES

Levadura, Producción de biomasa, Proteína celular, simulación industrial, optimización de procesos

SUMMARY

The present research aims to find an alternative to the agro-food waste discarded in the department of Nariño present in the dairy production chain, from the production of fresh cheeses. As is whey. Discarded substance that contains approximately 90% of the total milk, estimating in cheese production that 90% is whey, preserving its nutritional properties at 55%. The process to be carried out is the obtaining of a cellular protein, by means of yeast inoculation processes, whey deproteization, fermentation, centrifugation and drying.

We simulate this biotechnological process using the COCO simulator (Cape-Open to Cape-Open), generating variation in two factors such as pressure and temperature, to determine the best conditions for obtaining the cellular protein.

The fermentation process is carried out in a column bioreactor equipment with the following conditions, stirring at 200 rpm, constant air flow (0.6 VVM) and a temperature of 25 ° C.

Prior to this process, the inoculum is prepared with a source of yeast (*Kluyveromyces Marxianus*) and the suitability of the whey correcting pH in order to eliminate contamination by some bacteria, generating a heat treatment to obtain a deproteinized whey. Obtaining, 40 ml of biomass and later the cellular protein.

Inside the process, the aim is to optimize the process with the implementation of a digital tool, "RPA" (Robotic Process Automation), this software emulates the human execution of repetitive jobs, performing it in a much faster way reducing costs, reducing errors and increasing precision. facilitating productivity.

This research is protected under resolution 2997 of 2007 of August 29, 2007, and resolution 3803 of 2016, which establishes the Energy and Nutrient Intake Recommendations – RIEN

This research aims to generate a new product from the agri-food waste of its region, applying and developing agroindustrial engineering by performing simulation, process diagram, optimizing processes to seek the viability of the same generating an advantage in each region

KEYWORDS

Yeast, Biomass production, Cell protein, industrial simulation, process optimization

INTRODUCCION

El lactosuero obtenido como subproducto en las industrias queseras artesanales es considerado como materia prima de poco valor. Utilizado de forma marginal para alimentación animal, es descargado mayoritariamente en fuentes de agua o alcantarillados, ocasionando graves problemas de contaminación (1) (Inda, 2000). El lactosuero ácido Según Miranda et al. (2009), la fabricación de caseína precipitada por ácidos minerales da lugar a un suero ácido con un pH de 4,3-4,6. Proviene de quesos coagulados con ácido acético. Es el subproducto común de la fabricación de queso blanco y por su pH (4,6) resulta corrosivo para los metales. Contiene una mayor proporción de nitrógeno no proteico (27% del total) y posee menos lactosa en concentración de (42%) ya que, por provenir de leches ácidas, parte de la lactosa se convierte en ácido láctico (10%) y debido a la desnaturalización es más pobre en proteínas (6,0). (2). (Miranda et al 2014). Resulta necesario buscar métodos para su aprovechamiento. Una alternativa es utilizar el suero como medio para el crecimiento de microorganismos para la producción de biomasa. La masa de microorganismos obtenida (levaduras, mohos, bacterias, algas) posee un alto contenido proteico, por lo que recibe el nombre de proteína unicelular. En diversas investigaciones se ha indicado la posibilidad de obtener proteína unicelular mediante el crecimiento de microorganismos que hacen uso de la lactosa presente en el suero (Bu'Lock y Kristiansen 1991; (3) Hernández et al. 1980; Grba et al. 2002).

Especies de levadura como *Kluyveromyces marxianus* y *Candida kefyr* son capaces de fermentar la lactosa, al ser productoras de la enzima β -D-Galactosidasa, la cual hidroliza la lactosa en sus componentes básicos (4) (Rajoka et al. 2003; Inchaurredo et al. 1994).

La biomasa de origen unicelular tiene aplicaciones como suplemento proteico en alimentación animal, además, se ha investigado su utilización en la fabricación de ingredientes funcionales, suplementos proteicos, para resaltar el sabor de alimentos procesados, entre otros. (5) (Lee 1996). Para su aplicación en la alimentación humana, requiere el empleo de métodos para la reducción del nivel de ácidos nucleicos, ya que si son consumidos en altas proporciones podrían causar la formación de cálculos renales u otras enfermedades. A diferencia de los humanos, el ganado tolera altos niveles de ácidos nucleicos, por lo que la proteína unicelular podría utilizarse inicialmente en alimentación animal sin requerir ningún tratamiento (Lee 1996)

El primer objetivo de una fermentación industrial es la obtención de un producto de calidad a un costo de producción tan bajo como sea posible. La necesidad de minimizar los costos de producción es el factor que controla la selección de las materias primas y que conduce al mejoramiento de las tecnologías y a la búsqueda de nuevas cepas

Aproximadamente el 50% del peso seco del material celular es carbono, por lo que en todo medio de cultivo debe existir un sustrato que proporcione el esqueleto carbonado básico para la síntesis de las unidades estructurales que dan origen a las macromoléculas y estructuras de la célula. En la mayoría de los casos este compuesto es de origen orgánico y entre los más usados se encuentran los azúcares como: glucosa, sacarosa, fructosa, lactosa, entre otros. Por lo general en los procesos degradativos o catabólicos de estos compuestos se produce también la energía necesaria para los procesos biosintéticos y el funcionamiento general de la célula. (6)(García, 2013, p. 33)

La era de la cuarta revolución industrial ha traído consigo una nueva forma de hacer negocios por medio de la automatización y del intercambio de datos, donde las máquinas y los humanos trabajan en conjunto para el beneficio de las empresas.

El futuro tecnológico nos conduce a trabajar de la mano con máquinas, tanto los robots de software que imitan las acciones humanas como los sistemas de inteligencia artificial (IA) que simulan la inteligencia humana. Los robots de RPA son entrenados para especializarse en ciertas tareas y no para decisiones complejas, mientras que los de IA pueden incluso hacer predicciones.(7) (Pragma, 2018)

Dentro de este desarrollo se pretende generar la producción de proteína celular a través de residuo agroalimentario del lactosuero, aplicando un software RPA con el objetivo de optimizar procesos repetitivos y al mismo tiempo reducir errores en procesos de variables dentro del proceso de fermentación.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El departamento de Nariño se caracteriza en su zona sur accidente del país, por ser una región ganadera y lechera, gracias a su geografía el departamento nariñense cuenta con grandes extensiones de tierra óptimas para el manejo en su crianza de ganado vacuno, cosecha de pastos y forrajes, mejoramiento genético de razas, e industrialización y transformación.

Hoy por hoy para orgullo de los nariñenses una de las empresas que realiza el proceso de transformación de las materias primas provenientes del ganado vacuno es la cooperativa de lácteos de Nariño -COLACTEOS y que es representada en el interior del país por sus excelentes productos y uno de ellos es el queso. De ello que en la región se busca que los residuos agroalimentarios provenientes de este producto sean nuevamente utilizados, generando un nuevo subproducto, para así eliminar la contaminación que presentan en el medio ambiental por el vertimiento indiscriminado en quebradas, aguas negras y hasta los cultivos. Ya que en la mayoría de los caos los habitantes de estas regiones han generado una desinformación sobre el proceso del lactosuero proveniente de la fabricación del queso fresco.

Esto a consecuencia de que este proceso de transformación del queso se realiza día a día por miles de empresas familiares que no presentan una planta de tratamientos de agua residuales para manejar este residuo agroalimentario y no ser vertido a la fuentes hídricas

De allí que surge una problemática tan fuerte que busca controlar este proceso de vertimientos en una fuente de materia prima para generar un nuevo subproducto. Para ello se hace necesario generar un proceso de investigación en busca de una opción viable para eliminar este problema en nuestro departamento de Nariño.

2. JUSTIFICACIÓN

Observando la problemática actual que atraviesa el departamento de Nariño en especial la zona sur accidente, es necesario generar una investigación con el objeto de buscar una solución a la contaminación ambiental producida por el vertimiento del lactosuero, de esta manera se busca encontrar una alternativa de producción de proteína celular mediante el proceso fermentativo aplicando el lactosuero

La implementación de un simulador es de vital importancia porque nos permite realizar la corrida del proceso de fermentación en busca de obtener la proteína celular en menor tiempo y a bajos costos esto nos garantiza realizar pruebas en el laboratorio con resultados ya esperados con el objeto de afianzar aún mas proceso de producción. Estos programas sistemáticos nos ayuda a encontrar más claridad en los procesos fermentativos como el crecimiento microbiano generando tablas de muestra el crecimiento de celular, consumo de sustrato y concentraciones del inóculo.

Esta investigación se justifica en la implementación de un software con el objeto de optimizar los procesos es decir que se encarga de las actividades repetitivas que realiza el ser humano siendo remplazadas por el software para que se realicen de manera programada, mucho más rápida y eficaz. Cabe resaltar que este proceso se basa en un cargue de información y nos ayuda a generar lectoras de todo el proceso para verificar que el proceso sea realice bien.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Generar un proceso fermentativo para la obtención de proteína celular a partir del residuos agroalimentario lactosuero en el departamento de Nariño

3.2. Objetivos específicos

- Determinar un residuo agroalimentario en la región para generar su transformación en un nuevo producto
- Realizar la simulación del proceso fermentativo en la obtención de proteína celular
- Determinar las variables más relevante en el proceso industrial
- Buscar un software para optimizar el proceso de transformación
- Generar un marco regulatorio al proceso industrial generado.

4. RESIDUOS AGROALIMENTARIOS EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

Uno de los mayores residuos agroalimentarios en el departamento de Nariño proveniente de la producción quesera, es el **LACTOSUERO**. El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural expone que la producción de leche en Colombia, para el año 2006 fue de 6024 millones de litros, de los cuales, aproximadamente un 18% (1.084 millones de litros) se destinó a la producción de quesos y un 9% (542 millones de litros) a leches fermentadas, lo que quiere decir que la producción colombiana del lactosuero, es equivalente a 921.672 millones de litros (8) (Londoño, 2008, p. 4412). Sustancia desechada que contiene aproximadamente el 90% del total de la leche, estimando que por cada kg de producción de queso el 90 % del peso es lactosuero en la transformación, conservando sus propiedades nutricionales en un 55 % presentando azúcares, algunas proteínas solubles, lípidos y sales minerales.(9) (MUÑOZ, 2005, p. 362).El lactosuero que normalmente es desechado en los ríos, presenta una grave contaminación, encontrando en esta sustancia una demanda biológica de oxígeno(DBO5,20) muy alta, que se encuentra entre los 40.000y los 50.000 mg O2/l (10)(Salazar 1999), ante esta preocupación se hace necesario encontrar alternativas de aprovechamiento. Una de las más viables para nuestro departamento es utilizar el suero de leche como medio para el crecimiento de microorganismos para la producción de biomasa. Este producto obtenido contiene gran número de microorganismos (levaduras, mohos, bacterias, algas) con un alto contenido proteico, por lo que recibe el nombre de proteína unicelular, La biomasa de origen unicelular tiene aplicaciones como suplemento proteico en alimentación animal, además, se investiga la utilización en la fabricación de ingredientes funcionales, suplementos proteicos, para resaltar el sabor de alimentos procesados (11) (Lee 1996),

5. PROCESO INDUSTRIAL DE LA OBTENCION DE PROTEINA CELUAR

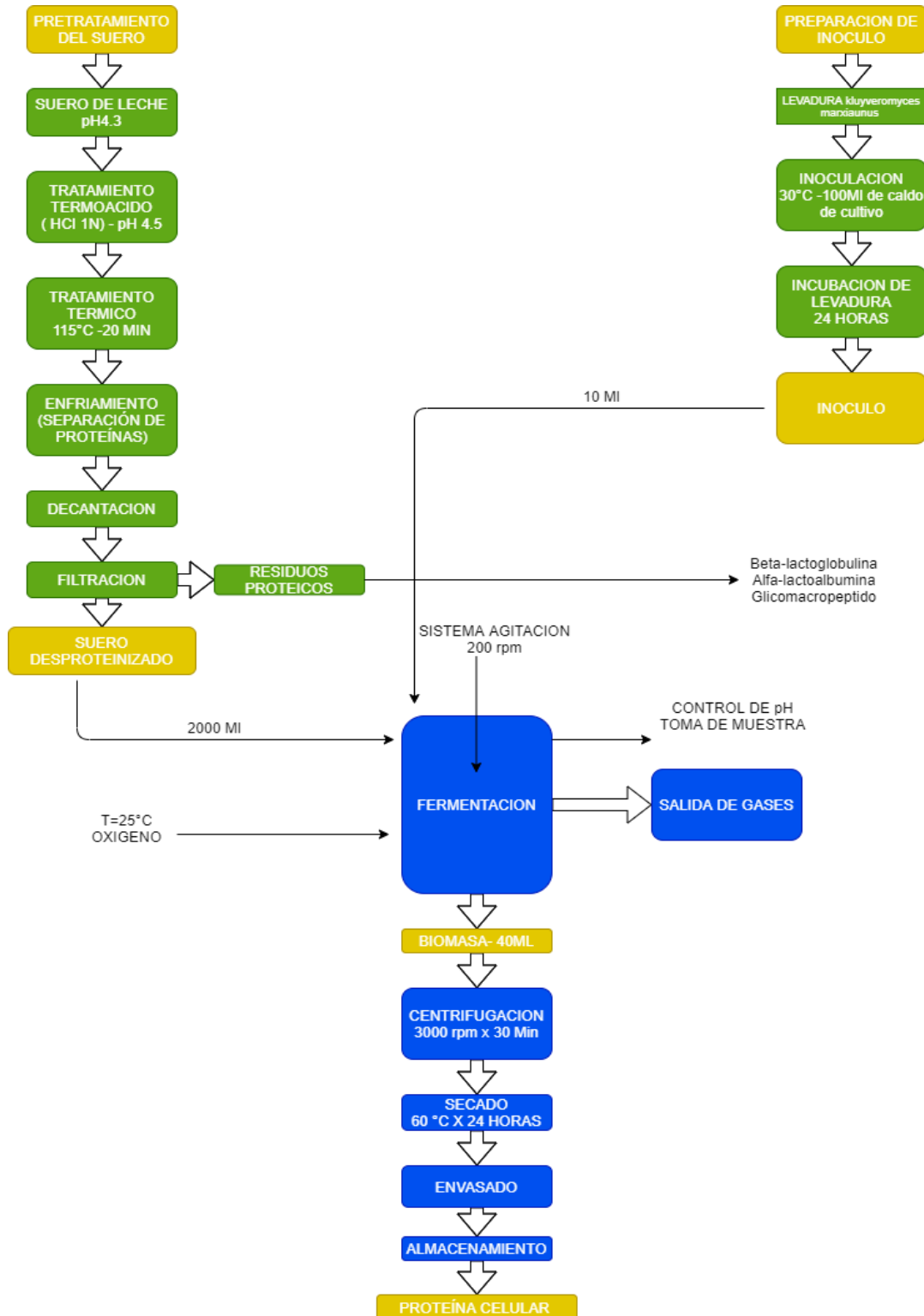
El proceso inicia con dos pre tratamientos, el primero se ejecuta en el lactosuero físicamente se presenta como un líquido transparente con una tonalidad amarillo-verdosa y un sabor ligeramente ácido, presentado un pH: 4.3 determinando un lactosuero ácido, proveniente de Proviene de quesos coagulados con ácido acético, de esta manera se realiza un tratamiento termoácido con el objetivo de aumentar su pH mediante HCl 1N (ácido clorhídrico) con el fin eliminar alguna contaminación por parte de algunos microorganismos (Moo-Young et al. 1985), seguidamente se lleva a un tratamiento térmico de 115°C por 20 minutos, después de ello se enfría se decanta y se filtra para obtener un lactosuero desprotenizado.

Como segundo fase realizan la preparación del inóculo este proceso se presenta con la fuente de levadura (*Kluyveromyces Marxianus*) este proceso es soportado en el estudio científico de la “Selección de una levadura para la producción de biomasa: crecimiento en suero de queso”, realizada por la revista *Agronomía Mesoamericana*, en esta investigación se seleccionó tres levaduras de las cuales el mejor resultado en rendimiento y productividad es la anteriormente mencionada. La levadura se inóculó con 100 ml de caldo glucosado (Difco, Becton, Dickinson and Company) y se incubó a una temperatura de 30°C, durante 24 horas.

Una vez determinados los anteriores procesos se llevara a cabo el proceso de fermentación en un equipo de bioreactor de columna con las siguientes condiciones, agitación de 200 rpm, flujo constante de aire (0,6 VVM) y una temperatura de 25 °C.

La concentración de inóculo es de 10 MI y el suero desprotenizado es de 200MI, la toma de muestras y el control del Ph son de manera continua en el proceso, después de generar el proceso de fermentación como producto se obtiene 40 MI de biomasa, claro está que este proceso necesita centrifugación de 3000 rpm por 30 minutos para pasar luego al secado durante 24 horas a 60 °C para obtener un producto limpio como lo es la proteína celular

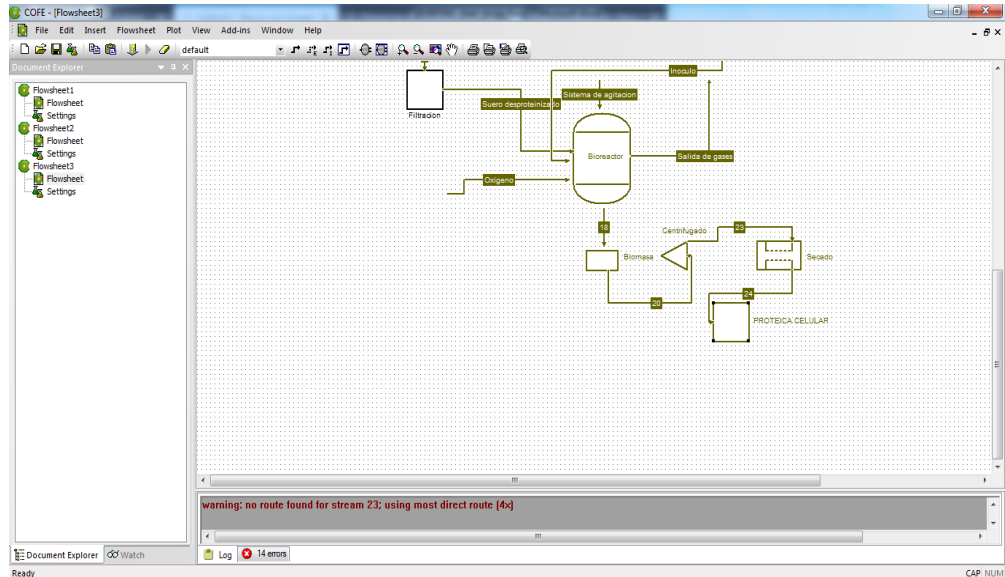
5.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA OBTENCION DE PROTEINA CELULAR



Se puede concluir que después de un proceso de fermentación en el bioreactor como lo muestra la gráfica 3, encontramos un producto final conocido como biomasa, para ello se hace necesario realizar operaciones como centrifugado, secado para obtener un producto limpio sin impurezas llamado proteína celular.

En este bioreactor se presenta sistema de agitación, salida de gases y control de Ph, entrada constante de oxígeno, caldo de cultivo, y suero desproteínizado

Gráfica 3. Diagrama flujo fermentación



Fuente. Propia

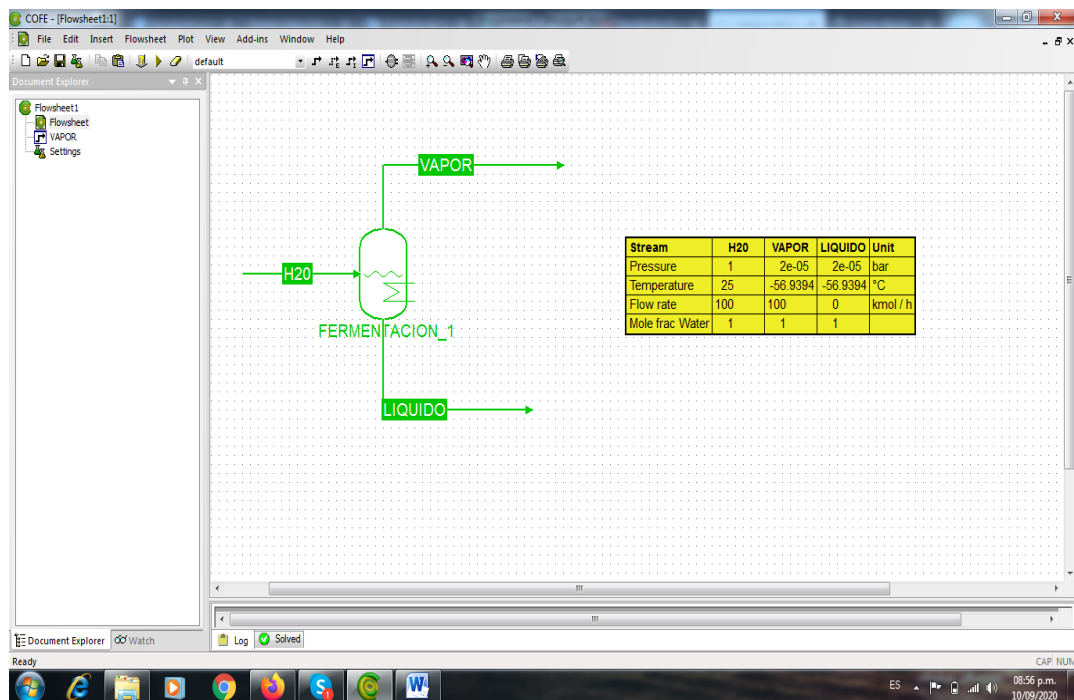
7. VARIABLES DEL PROCESO

En este caso realizan el proceso con una entrada con flujo de agua, a una operación unitaria de mezclado (mixer) con un flujo salida de vapor y líquido, los factores utilizados se presentan a continuación en la gráfica 4, como son presión, temperatura, y datos como la fracción molar de agua y tasa de flujo.

La temperatura para los procesos de fermentación es uno de los más importantes ya que si la temperatura es inferior a la óptima hay un factor en las fermentaciones que se retrasa el crecimiento microbiano y por ende la reducción de la producción celular en este caso la proteína celular sería mínima y sería un proceso no rentable con mucho más tiempo generando más costos, pero si la temperatura que se usa es superior a la óptima de la fermentación se produce choque térmico generando a los microorganismos un estrés celular y generamos una reducción en la producción de la proteína celular es por eso que este factor tiene que ser muy controlado y óptimo.

El otro factor encontrado es la presión que se maneje en los tanques de fermentación la cual durante todo el proceso cambia debido a que realiza una mezcla adecuada y realiza el llenado total del bioreactor

Gráfica 4. Simulación de operación unitaria imagen global



Fuente. Propia

8. OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE PRODUCCIÓN

La herramienta que utilizan para optimizar el proceso de la proteína celular es el software de autorización RPA: (Robotic Process Automation) Es un software que realiza actividades repetitivas que el personal diariamente ejecutaba, se basa en tecnologías que están diseñadas para elaborar, ejecutar y mejorarlos flujos de trabajo empresariales. (12)(IBM, 2017)

El programa RPA, es un software seleccionado para ser implementado en este proceso industrial por el motivo de que Permiten procesar la información mucho más rápido que un ser humano, además porque pueden conectar diferentes sistemas informáticos entre sí, así como generar documentos, actualizar bases de datos, enviar mails, traspasar datos entre aplicaciones.

Esta software se lo caracteriza por su rapidez a la hora de implementarlo, y permiten un ajuste muy versátil ante posibles cambios en los procesos, como por ejemplo jugar con las variaciones de los procesos cambio de factores como temperatura, concentración de sustrato, cambio de pH, entre otras variables, así mismo RPA, por su parte, permitirá que ciertas tareas dentro del flujo de trabajo de la empresa se acometan en tiempo récord, mejorando notablemente lo tiempos en tareas repetitivas que generen cuellos de botella.

8.1. LAS VENTAJAS DE LA IMPLEMENTACIÓN:

Reducir los costos: Entre un 50 % y un 70 % para tareas que se repiten con mucha frecuencia. (13) (EY,2016)

Reducir un 10 % los errores de las áreas manuales (14)(A.T. Kearney,2016)

Aumentar la precisión: Las organizaciones informan haber llegado al 100 % de precisión en el procesamiento al eliminar la intervención manual

Facilitar la productividad continua durante todo el día

Acelerar los procesos: Las organizaciones que usan soluciones RPA informan que pueden completar tareas hasta 5 veces más rápido que cuando las realizan empleados humanos

Reasignar el personal: A trabajos innovadores y de mayor prioridad mediante la automatización de hasta el 45 % de las actividades laborales. (15) (Michael Chui, 2015)

8.2. PASOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL PROCESO DE OPTIMIZACIÓN

- Instalación de software y programar para que indague en cada empresa láctea la cantidad de lactosuero desechado, inicia abriendo las páginas web, envía correos a las diferentes empresas, contabilizar el insumo de los proveedores
- Se ingresa en el software datos técnicos con el objeto de seleccionar el tipo de levadura, se realiza la preparación del inóculo con la fuente de levadura (*Kluyveromyces Marxianus*) este proceso es tomado del estudio científico de la “SELECCIÓN DE UNA LEVADURA PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA: CRECIMIENTO EN SUERO DE QUESO “realizada por la revista *Agronomía Mesoamericana*, de esta investigación se seleccionó tres levaduras de las cuales el mejor resultado en rendimiento y productividad es la anteriormente mencionada. Este proceso lo realizara el software, se ingresa el criterio de selección, se hizo considerando tres de los aspectos (1) eficiencia de la fermentación (respecto a la ecuación teórica del rendimiento máximo, (2) cumplimiento de los compuestos indicados en la normatividad, (3) la generación de compuestos sensoriales de olor y sabor
- Después del proceso de selección de levadura se lleva a cabo el ingreso de datos de los valores que ingresaran en la fermentación como lactosuero 200 MI, Inóculo 10 MI y la descripción del comportamiento de la cinética de crecimiento de microorganismos, así mismo se inicia a monitorear mediante sensores el proceso de fermentación (controladores de temperatura, oxígeno, humedad, agitación).
- El objeto de este parámetro es que el software determine mediante el número de tiempo (horas), las fases de crecimiento que se genera en este proceso fermentativo, (fase de latencia exponencial, constante y muerte) el proceso de fermentación en un equipo de bioreactor de columna se lleva a cabo con las siguientes condiciones, agitación de 200 rpm, flujo constante de aire (0,6 VVM) y una temperatura de 25 °C. el software verifica que estas condiciones sean las reales lo que pretende es eliminar los errores.
- Después del proceso de fermentación se registra en el software la salida de producto (BIOMASA) su peso, pH, definición de composición, después de ser aprobado el proceso será registrado y aprobado para seguir con el tratamiento, en este proceso termina realizando un balance de materia y energía para determinar todo el proceso de fermentación realizado de manera óptima

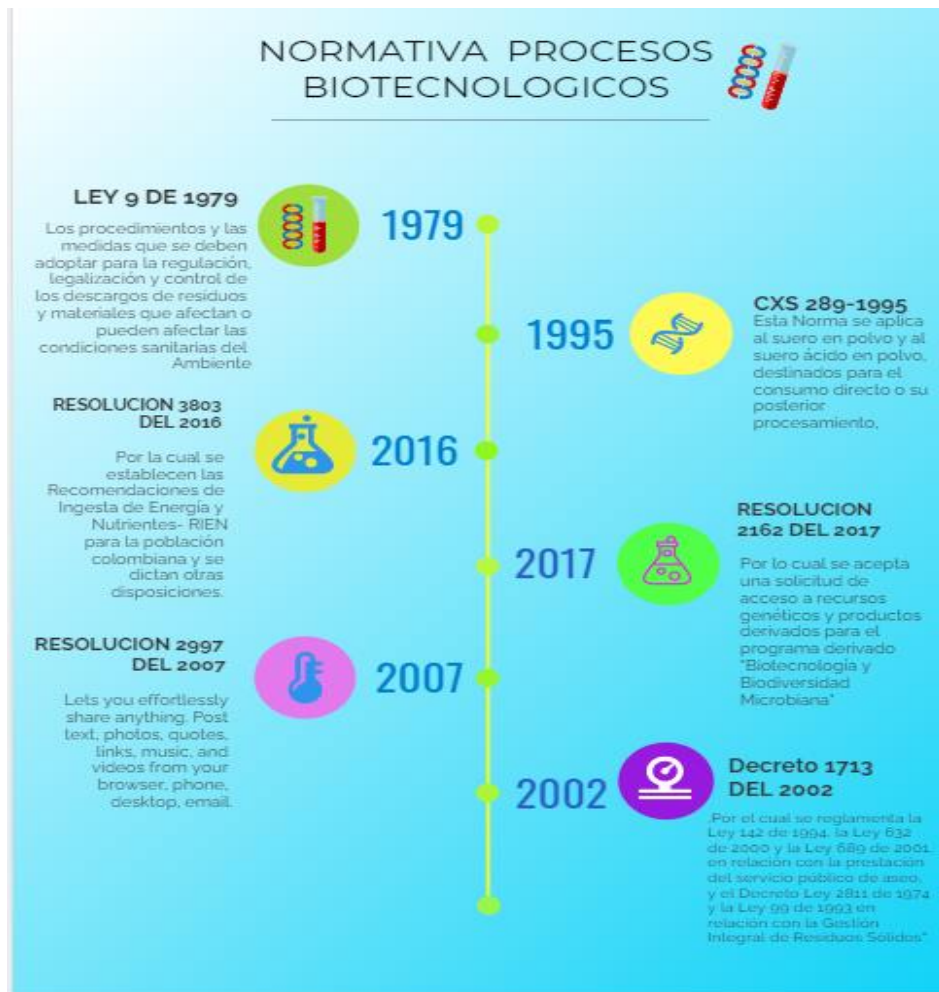
- A manera de información en el stok de almacenamiento se verifica que el producto final nunca se agote, este tipo de procesos da la posibilidad de configurar el proceso de acuerdo a las características del consumidor, como cantidad y fechas de entrega

9. MARCO NORMATIVO COLOMBIANO

Esta investigación es amparada bajo la normativa emanada por el por el Ministerio de Protección Social en cuanto a cumplir con los requisitos mínimos sanitarios del lactosuero bajo la resolución 2997 de 2007 del 29 de agosto del 2007, acompañada de la resolución 3803 del 2016, Por la cual se establecen las Recomendaciones de Ingesta de Energía y Nutrientes- RIEN para la población colombiana y se dictan otras disposiciones.

Se genera una infografía presentada a continuación en la gráfica 5 donde se estudia la normatividad colombiana y la mundial en busca de generar un amparo normativo legal para la producción de la proteína celular y sus aplicaciones

Grafica 5. Marco normativo colombiano



Fuente: Propia

10. VIABILIDAD DEL PROYECTO

El departamento de Nariño en la zona sur es conocido por que más de 12 municipios se dedican a la explotación lechera y con ellos a perdurado en el tiempo empresas dedicadas a la transformación de este producto, entre las cuales encontramos Colacteos, Alpina, Alival, 10 Asociaciones Indígenas entre otras, de esta manera el proceso de transformación de quesos genera un subproducto que finalmente en nuestra región no es desarrollado técnicamente es por eso que se debe unir esfuerzos con entes gubernamentales como Gobernación de Nariño, Universidad de Nariño, Ministerio de Ciencia y Tecnología para generar un estudio e iniciar a proyectar este renglón económico completo donde la cadena productiva lechera sea transformada en su totalidad. El proyecto de investigación es muy viable impactando positivamente el medio ambiente y al reglón económico del departamento

11. CONCLUSIONES

- En relación a la investigación realizada se puede concluir que los residuos agroalimentarios presentes en el departamento de Nariño, pueden ser utilizados de forma eficiente e innovadora para generar un nuevo proyecto de producción en proteína celular determinando que en el departamento de Nariño no es muy explotada este proceso.
- Los simuladores presentan muchas ventajas uno de ellos es la versatilidad de cambiar los diferentes factores que afectan directamente al proceso como temperatura, presión, procesos aerobios y anaerobios para analizar y llegar a determinar un proceso sin costos y de manera muy rápida. Para comprobar estos factores resueltos en los procesos analizados podemos concluir que se los pueden comparar con procesos a escala de laboratorio para estar seguros de los cambios efectuados en un proceso
- Dentro de las investigaciones realizadas para la producción de proteína celular se puede concluir que hay varios tipos de levaduras utilizadas como son las *Kluyveromyces marxianus* sp, *Candida kefir* y *Saccharomyces cerevisiae*, de la cuales para nuestro proyecto trabajaremos con *Kluyveromyces marxianus* sp que presenta menor tiempo de adaptación y mayor productividad significativa, así mismo se recomienda optimizar el proceso a escala industrial realizando ciertas modificaciones, como temperatura y bioreactores.
- Dentro de las operaciones simuladas al realizar una entrada de flujo de agua se puede concluir que a mayor presión y temperatura cambia el estado del agua generando una salida de flujo de vapor, en concerniente con la temperatura pasa de ser positiva a negativa, la tasa de flujo es la misma a la entrada de agua con la salida de vapor, la fracción molar de agua se mantiene
- Se puede determinar que este tipo de software no elimina la mano de obra calificada si no que el talento humano que ya tiene su formación en la empresa se reorganice y que sea utilizado en nuevas áreas del proceso, y el software se encargue de las tareas repetitivas realizando de manera rápida
- Se concluye que en las áreas utilizadas el programa RPA disminuye los errores en la producción por agotamiento del personal encargado y de generar un mismo trabajo extenuante durante mucho tiempo.

- La verificación de los factores en la fermentación es esencial para conservar la misma calidad y homogenización del producto, así que los errores disminuyan a cero por algún descuido humano

12. BIBLIOGRAFIA

1. Inda, A. 2000. Optimización del rendimiento y aseguramiento de la inocuidad en la industria de quesería. OEA y GTZ, MEX
2. Miranda, O; Fonseca, P; Ponce, I; Cedeño, C... (2014). Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de leche que incorpora *Lactobacillus Acidophilus* y *Streptococcus Thermophilus*. Granma, CU. Revista Cubana de alimentación y nutrición. 24(1), 7-16
3. HERNÁNDEZ, E.; MAZA, E.; LOZANO, N. 1980. Producción de proteína unicelular mediante cultivo continuo de levadura en suero de leche desproteínizado. Revista de la Facultad de Agronomía (Venezuela) 5(2): 468-477
4. INCHAURRONGO, V.; YANTORNO, O.; VOGET, C. 1994. Yeast growth and β -galactosidase production during batch cultures in lactose-limited synthetic medium. Process Biochemistry 29: 47-54
5. LEE, B. 1996. Fundamentos de biotecnología de los alimentos. Zaragoza, España. Editorial Acribia. p. 77-89.
6. Garcia, J. (2013). Estrategias de obtención de proteínas recombinantes en *Escherichia coli*. *SCIELO*, 30-35. <http://scielo.sld.cu/pdf/vac/v22n2/vac06213.pdf>
7. Pragma, R. (2018, 1 enero). Conoce la solución robótica para automatizar procesos. <https://www.pragma.com.co/guia-rpa>. https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2829524/descargables/pdf_solucion_robotica_para_automatizar_procesos.pdf?__hstc=100898718.e6eaec1a8acc23871ac27880cf51096b.1602081030738.1602081030738.1602081030738.1&__hssc=100898718.2.1602081030739&__hsfp=4139368536
8. Londoño, M. (2008). BEBIDA FERMENTADA DEL SUERO DE QUESO FRESCO. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 61(2248-7026), 4411-4417. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>
9. MUÑI, J. (2005). EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE ULTRAFILTRACIÓN/NANOFILTRACIÓN TANGENCIAL EN

SERIE PARA EL FRACCIONAMIENTO Y CONCENTRACIÓN DEL LACTOSUERO. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 15(0798-2259), 361-365. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95915410>

10. Salazar, D. 2012. Estudio del efecto de la incorporación de concentrados de proteínas del suero de quesería en la elaboración de queso fresco con reducido contenido de grasa, para promover un mayor aprovechamiento del suero generado en las queserías del cantón Pillaro, Provincia de Tungurahua. Tesis MSc., Universidad Técnica de Ambato, Ambato, ECU
11. LEE, B. 1996. Fundamentos de biotecnología de los alimentos. Zaragoza, España. Editorial Acribia. p. 77-89
12. EY, "Robotic process automation in the Finance function of the future," 2016, [www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-robotic-process-automation-in-the-finance-function-of-the-future/\\$FILE/EY-robotic-process-automation-in-the-finance-function-of-the-future.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-robotic-process-automation-in-the-finance-function-of-the-future/$FILE/EY-robotic-process-automation-in-the-finance-function-of-the-future.pdf)
13. A.T. Kearney, "Robotic Process Automation," 2016, www.atkearney.com/documents/10192/8979235/Robotic+Process+Automation.pdf/9ab411b9-d77c-4d28-9109-61842aa7057
14. Michael Chui, James Manyika and Mehdi Miremadi, "Four fundamentals of workplace automation," McKinsey Quarterly, November 2015, www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/four-fundamentals-of-workplace-automation