

GRACIAS POR PONERLO
EN MODO SILENCIOSO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales
Escuela de Ingeniería Agroindustrial

OBTENCIÓN DE JUGO CLARIFICADO DE UVILLA (*Physalis peruviana. L.*), UTILIZANDO DEGRADACIÓN ENZIMÁTICA Y MICROFILTRACIÓN TANGENCIAL

AUTORES:

GUALBERTO GERARDO LEÓN REVELO.
ERNESTO ALONSO ROSERO DELGADO.

DIRECTOR:

Dr. ALFREDO NOBOA.

IBARRA - ECUADOR

2009

GENERALIDADES

REVISIÓN DE LITERATURA

MATERIALES Y MÉTODOS

RESULTADOS Y DISCUSIONES

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES



Generalidades

MENÚ

INTRODUCCIÓN

- Arte muy antiguo.
- Introducción de nuevas tecnologías.
- Tecnología mas moderna para la clarificación.
- Procesos no eficientes.
- Mantiene la calidad del producto.
- Eliminación de aromas y compuestos nutricionales termosensibles
- Método de conservación.



MENÚ

Objetivo General

- Obtener jugo clarificado de ayilla (*Physalis peruviana. L.*) que reúna características físicas, químicas y organolépticas de calidad, utilizando degradación enzimática y la técnica de la microfiltración tangencial.

MENÚ

Objetivos Específicos

- Determinar la mejor combinación enzimática (Pectinasa + amilasa) , para hidrolizar el jugo de uvilla.
- Precisar la mejor temperatura de alimentación del jugo hidrolizado, para realizar la microfiltración tangencial.
- Evaluar la mejor presión de funcionamiento del microfiltrador de flujo tangencial, para clarificar el jugo hidrolizado.
- Evaluar la retención de los compuestos causantes de la turbidez, en el jugo clarificado.
- Evaluar las características físicas (densidad, sólidos solubles, viscosidad, sólidos insolubles).
- Evaluar las características químicas (Acidez, Contenido de azúcares).
- Evaluar las características organolépticas (panel de degustación).
- Evaluar las características microbiológicas (Recuento total, mohos y levaduras).
- Caracterizar el mejor tratamiento (Carbohidratos, energía, potasio, fosforo, vitamina C), del jugo clarificado de uvilla (*Physalis peruviana, L.*).

MENÚ

Hipótesis

- Hipótesis Alternativa

La degradación enzimática y la técnica de la microfiltración tangencial, influye en la calidad organoléptica, microbiológica, y físico-química del jugo clarificado de uvilla (*Physalis peruviana. L.*).

[MENÚ](#)

Revisión de Literatura

[MENÚ](#)

La Uvilla

- La uvilla ó uchuva es originaria de los Andes suramericanos, se caracteriza por tener un fruto azucarado y buenos contenidos de vitaminas A y C, además de hierro y fósforo
- La producción Nacional aproximada es de 120 Ha con un rendimiento de 10 a 12 TM/Ha, en Imbabura se estima 20 Ha de cultivo con un rendimiento de 8 a 10TM/Ha.
- La zona de mayor aptitud para este cultivo se ubica en el callejón interandino: Mira, Otavalo, Cotacachi, Puembo, Salcedo, Píllaro, Ambato, Patate, Guamote, Biblian y Cuenca.

MENÚ

Composición química del fruto de uvilla.

Composición	Contenido de 100g de la parte comestible
Humedad	78.90 %
Fibra	4.90 g.
Proteína	0.05 g.
Grasa	0.16 g
Carotenoides	478,95 ug/g
Azúcares totales	12,26 %
Cenizas	1,0 g
Acidez	43 mg
Calcio	8,0 mg
Vitamina C	26 mg
Sólidos Solubles	15,1°Brix
pH	3,74

MENÚ

Concentración de Pectina y Almidón en el fruto de la uvilla

Composición	Unidad	Cantidad
Almidón	mg/100g	0,1
Pectina (como pectato de Ca)	%	0,24

MENÚ

Enzimas

Catalizador biológico que lleva a cabo reacciones bioquímicas a muy altas velocidades y con un grado elevado de especificidad

Ventajas

- ✓ Origen natural
- ✓ Específicas.
- ✓ Funcionan en condiciones moderadas.
- ✓ Actúan a bajas concentraciones.
- ✓ Su velocidad puede ser controlada.
- ✓ Son fácilmente inactivadas.

[MENÚ](#)

Uso industrial de las enzimas

INDUSTRIA	ENZIMAS	USOS
Bebidas no alcohólicas	Pectinasas	Mejoran la clarificación de jugos.
	Glucosa-isomerasa	Conversión de la glucosa en fructosa.
	Tannasa	Aumenta la solubilidad y disminuye la turbidez del té.
	Glucosa-oxidasa	Evita el oscurecimiento y los sabores desagradables.
Cárnicas	Papaína, Fiscina	Ablandamiento de carnes.
	Bromelina	Producción de hidrolizados.
Panificación	Amilasa	Mejora la calidad del pan.
	Proteasa	Disminuye la viscosidad de la pasta.
	Lipoxidasa	Produce una miga muy blanca
	Lactasa	Mejora la coloración de la superficie.
Cervecería	Amilasas	Usadas para licuar la pasta de malta.
	Papaína, Pepsina	Evitan la turbidez durante la conservación de ciertos productos.
Vinificación	Pectinasas	Mejoran la clarificación y extracción de jugos.
	Glucosa-oxidasa	Evitan el oscurecimiento y los sabores desagradables.
Láctea	Tripsina.	Enmascara el gusto a óxido.
	Lactasa	Fabricación de leche delactosada,

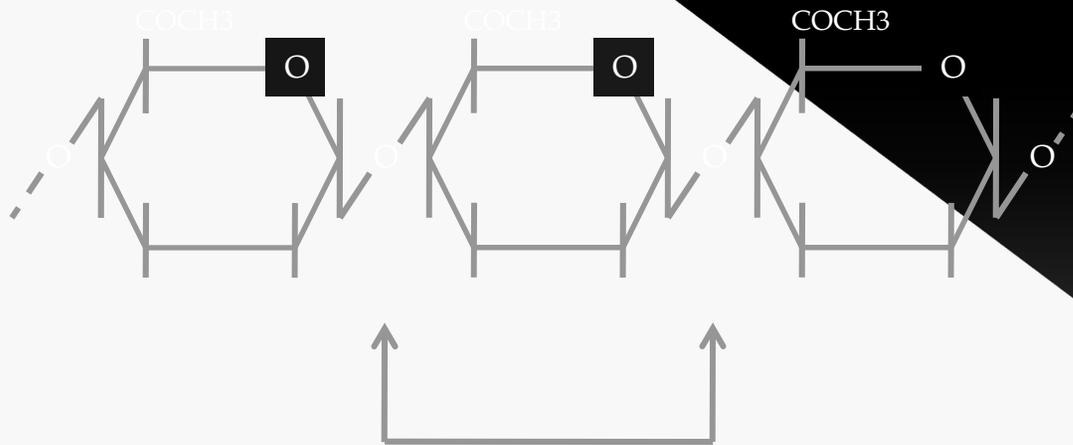
MENÚ

Pectinex Ultra SPL - L.

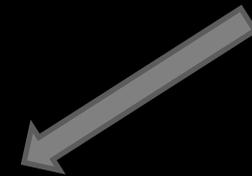
Aspergillus aculeatus



Porción de la molécula de pectina



Sitio de acción de Pectinex Ultra SPL - L.

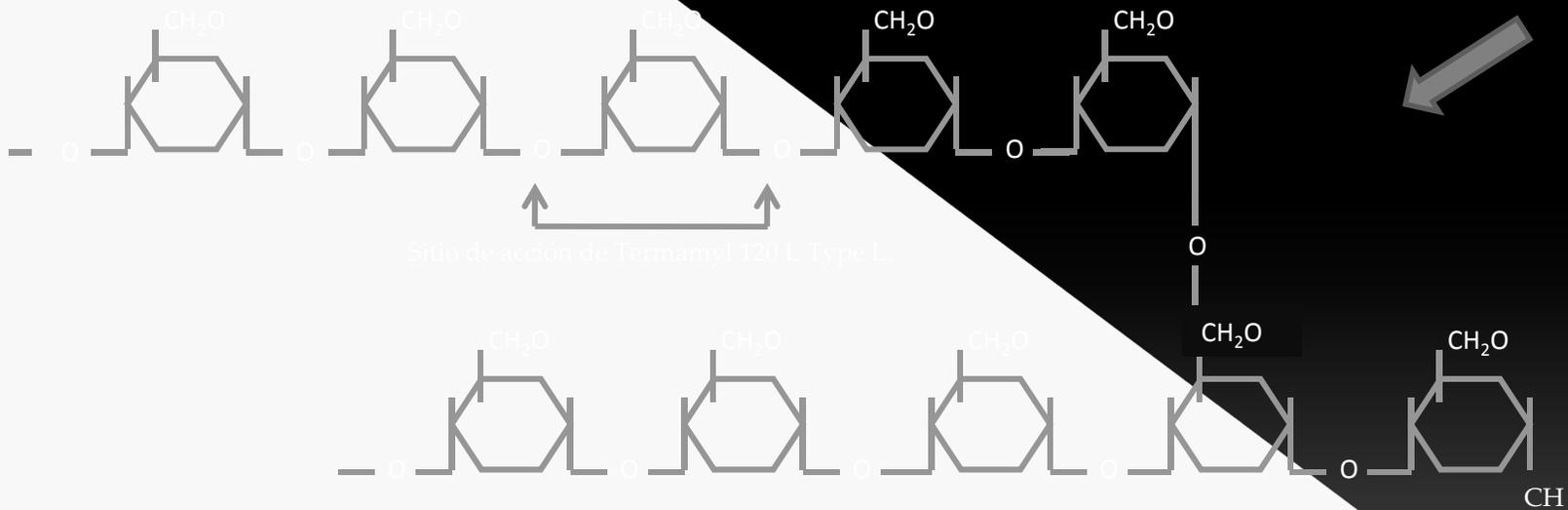


PRODUCTO

Termamyl 120L, Type L.

Bacillus licheniformis

Porción de la molécula de almidón



PRODUCTO

Clarificación por MFT

Técnica de separación sólido-líquido

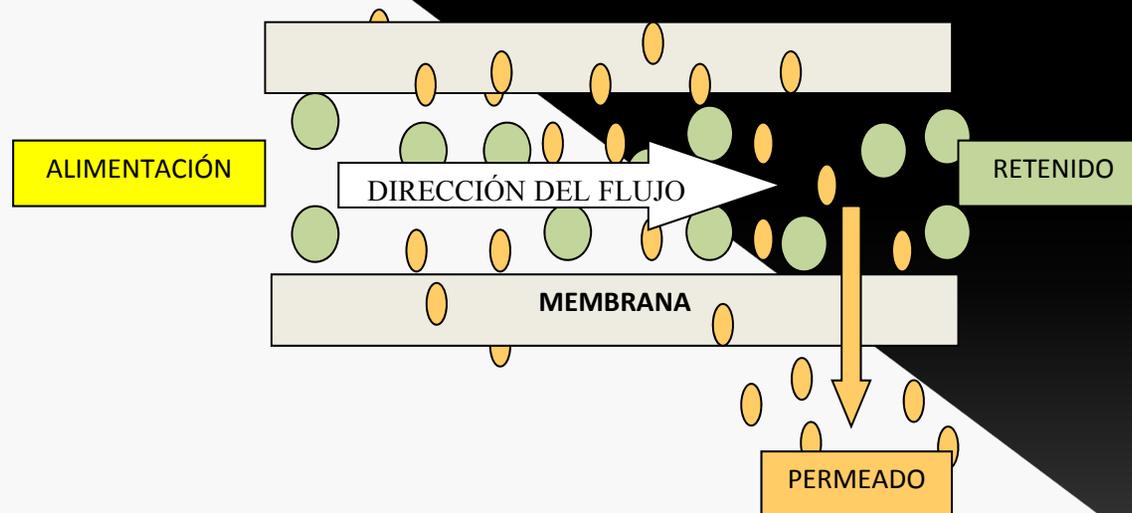
Permeado

Retenido

MENÚ



Fases del producto: el retenido y el permeado.



MENÚ

Membrana de cerámica utilizada

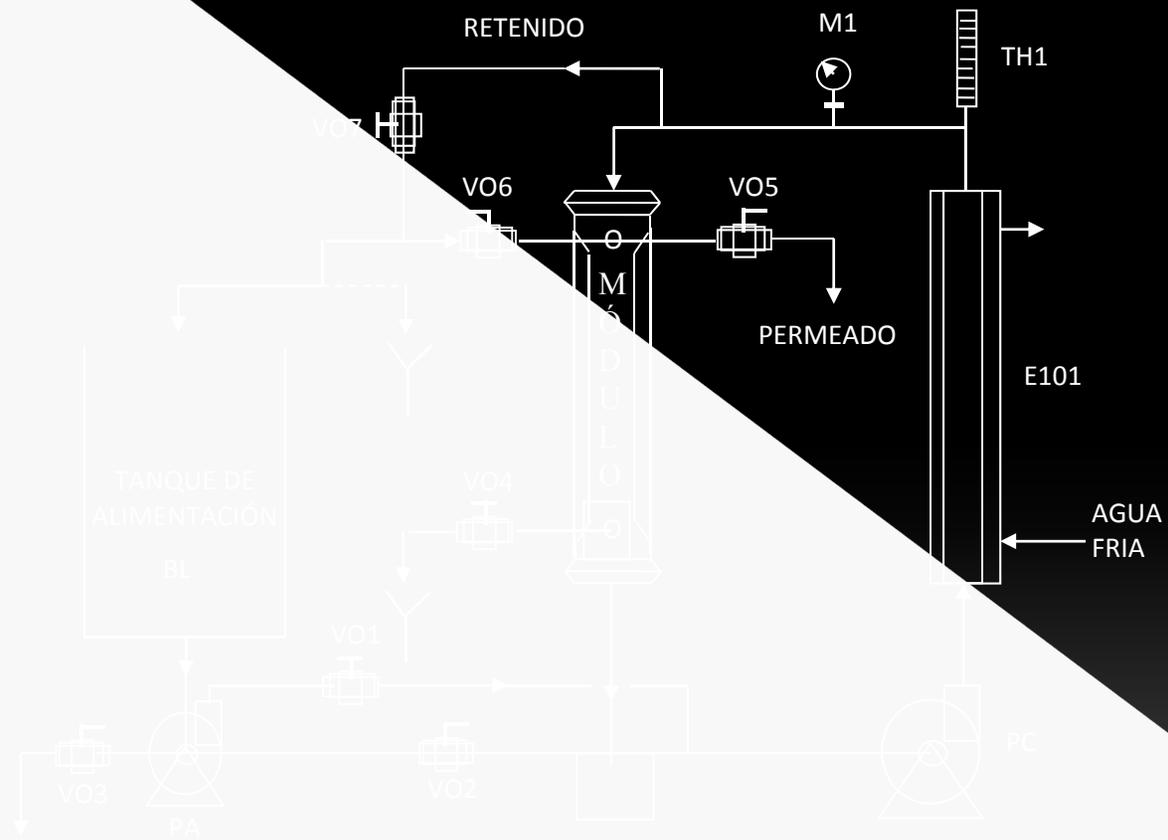


0,2 μ m de diametro
de poro



[MENÚ](#)

Esquema descriptivo del Microfiltrador de Flujo Tangencial

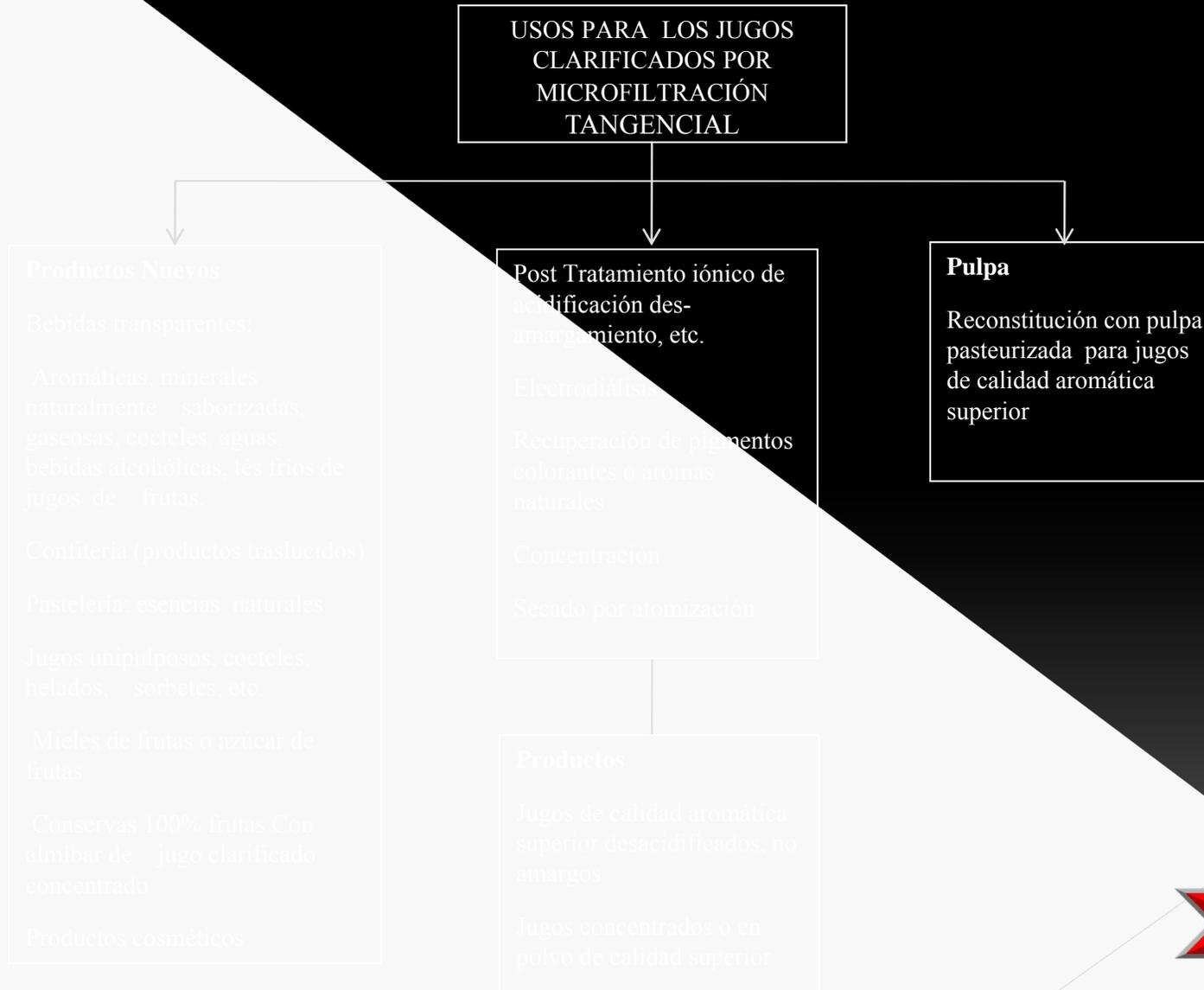


MENÚ

Jugo clarificado

“Jugo clarificado es el líquido no diluido, no concentrado ni fermentado, obtenido al procesar algunas clases de frutas frescas, sanas, maduras y limpias, al cual se le ha eliminado la turbidez por métodos físicos o químicos aprobados”

Usos de los jugos clarificados



VOLVER

MATERIALES Y MÉTODOS

[MENÚ](#)

Fases en estudio

Fase 1



Provincia Imbabura
Cantón Ibarra
Parroquia El Sagrario
Sitio Lab. de uso múltiple de la F.I.C.A.Y.A.
Temperatura Promedio 18 °C
Altitud 2250 m.s.n.m.
HR. Promedio 73%

Fase 2

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE LOS
ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA



F 5.10-01-05 v.5

Provincia Pichincha
Cantón Quito
Parroquia Quito
Sitio Laboratorios D.E.C.A.B.
Temperatura Promedio 12 °C
Altitud 2600 m.s.n.m.
HR. Promedio 82 %



MENÚ

Determinación de la mejor combinación enzimática



+



=

Combinación enzimática

MENÚ

Porcentaje para adicionar al jugo

Combinación
enzimática



% ?



MENÚ

Factores en estudio para la fase uno

Factor A: Tipos y mezclas de enzimas

Pectinasa + Amilasa	(25%-75%)	(A1)
Pectinasa + Amilasa	(50%-50%)	(A2)
Pectinasa + Amilasa	(75%-25%)	(A3)

Factor B: % de la mezcla de enzimas a utilizar en el jugo

0,025 %	(B1)
0,030%	(B2)
0,035%	(B3)

MENÚ

Tratamientos para la fase uno

Nro.	TIPO Y MEZCLA DE ENZIMA	% DE LA MEZCLA DE ENZIMAS UTILIZADAS EN EL JUGO	COMBINACIONES
1	A1	B1	A1B1
2	A1	B2	A1B2
3	A1	B3	A1B3
4	A2	B1	A2B1
5	A2	B2	A2B2
6	A2	B3	A2B3
7	A3	B1	A3B1
8	A3	B2	A3B2
9	A3	B3	A3B3

MENÚ

Diseño experimental fase uno

- Para la fase uno se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial A x B

Características del experimento

Repeticiones:	Tres	(3)
Tratamientos:	Nueve	(9)
Unidades experimentales:	Veinte y siete	(27)

Para cada unidad experimental de la fase uno se utilizó un volumen de 2 litros de jugo de uvilla (*Physalis peruviana. L.*).

[MENÚ](#)

Análisis de varianza

FUENTE DE VARIACIÓN	GL
TOTAL	26
Tratamientos	8
(F A) Tipo y porcentaje de enzima	2
(F B) Porcentaje de enzima a utilizar en relación al jugo	2
A x B	4
Error experimental	18

MENÚ

Análisis funcional para la fase uno

- Coeficiente de variación (CV)
- Prueba de Tukey al 1% y 5%
- DMS

VOLVER

Presión de funcionamiento del equipo de Microfiltración tangencial



Parámetros fijos

- Temperatura 30 °C
- Ø de poro de la membrana 0,2µm.

MENÚ

Factores en estudio para la fase dos

Factor: Presión de funcionamiento de la máquina

- A: 2,5 bar
- B: 3,5 bar

Tratamientos para la fase dos

PRESIÓN (bares)	REPETICIÓN (unidad de medida)				
	I	II	III	IV	V
A (2,5)					
B (3,5)					

MENÚ

Diseño experimental para la fase dos

- Diseño estadístico simple

Características del experimento

Repeticiones:	Cinco	(5)
Tratamientos:	Dos	(2)
Unidades experimentales:	Diez	(10)

Para cada unidad experimental de la fase dos se utilizaron un volumen de 15 litros de jugo hidrolizado de uvilla (*Physalis peruviana. L.*).

MENÚ

Análisis funcional para la fase dos

- Coeficiente de variación (CV),
- Media
- Desviación estándar
- "T" de student.
- Friedman (no paramétricas)

VOLVER

Variables evaluadas en las dos fases



Fases uno

- Sólidos insolubles.
- Grados Brix.
- Viscosidad.
- Densidad
- Acidez.

Fase dos

- Sólidos insolubles.
- Grados Brix.
- Azúcares totales
- Turbidez
- Acidez
- Densidad
- Viscosidad.
- Rendimiento
- Microbiológicos (Recuento total, mohos y levaduras)
- Organolépticos (color, olor y sabor)

MENÚ

PROCESO DE LA PRIMERA FASE PARA LA OBTENCIÓN DEL JUGO HIDROLIZADO DE UVILLA

MATERIA PRIMA →



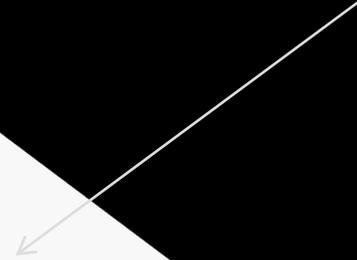
Physalis peruviana. L.

[MENÚ](#)

RECEPCIÓN Y
PRIMER PESADO



ELIMINACIÓN DEL CÁLIZ



SEGUNDO PESADO



MENÚ

SELECCIÓN



Color

MADUREZ
FISIOLÓGICA



Contenido de Brix
14 -16°B

[MENÚ](#)

TERCER PESADO



DESINFECCIÓN



CLORO 1 ppm



MENÚ

ESCURRIDO



MENÚ



DESPULPADO



MENÚ

ADICIÓN DE
ENZIMAS
Pectinasa + Amilasa



HOMOGENIZACIÓN
MANUAL
5 min



MENÚ



HIDRÓLISIS
ENZIMÁTICA



JUGO
HIDROLIZADO



MENÚ

PROCESO SEGUIDO EN LA SEGUNDA FASE PARA LA OBTENCIÓN
DEL JUGO CLARIFICADO DE UVILLA (*Physalis peruviana. L.*)
UTILIZANDO DEGRADACIÓN ENZIMÁTICA Y MICROFILTRACIÓN
TANGENCIAL.

JUGO
HIDROLIZADO

MEJOR
COMBIANCIÓN DE
LA FASE UNO



MENÚ

MEDICIÓN DEL
VOLUMEN INICIAL



MENÚ

ALIMENTACIÓN
DEL EQUIPO DE
MFT



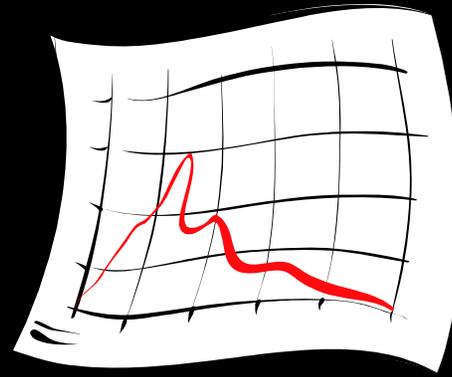
MICROFILTRACIÓN
TANGENCIAL

MENÚ

Envasado



[MENÚ](#)



Resultados y discusiones

MENÚ

Características de la materia prima para la fase uno

CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA	
Análisis	Uvilla (jugo fresco)
Acidez (mg ácido cítrico / 100 ml de jugo)	0,1613
Densidad (g / ml)	1,1316
Sólidos solubles (° Brix)	15,8
Viscosidad (centipoises)	123
Sólidos Insolubles (g/100ml)	0,3736

MENÚ

Sólidos insolubles (g/100ml) luego del periodo de hidrólisis enzimática

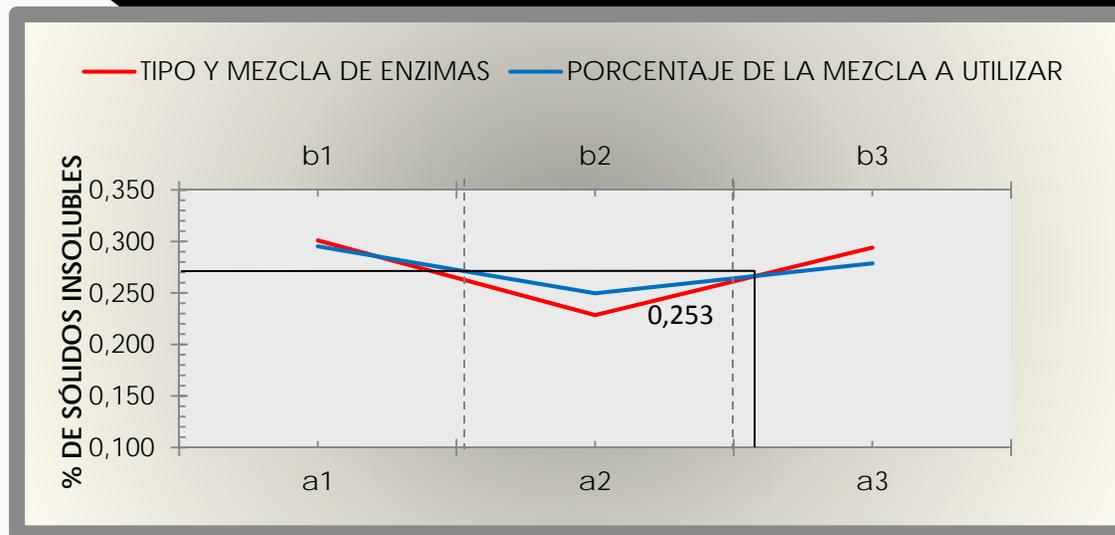
F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal	0,05	0,01
Total	26	0,08345				
Tratamientos	8	0,06666	0,008332	9,49 **	2,51	3,71
Factor A	2	0,02876	0,014379	16,38 **	3,55	6,01
Factor B	2	0,00961	0,004804	5,47 *	3,55	6,01
A x B	4	0,02829	0,007073	8,06 **	2,93	4,58
E. exp.	18	0,01580	0,000878			

CV: 10,79 %

CA: 10,11 %

MENÚ

Interacción A x B, para los Sólidos insolubles (g/100ml)



MENÚ

Variación del contenido de sólidos insolubles del jugo fresco luego de la hidrólisis enzimática, con respecto a cada tratamiento.

VARIACIÓN DE LOS SÓLIDOS INSOLUBLES EN EL JUGO LUEGO DEL PERIODO DE HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA



MENÚ

Viscosidad (cps) luego del periodo de hidrólisis enzimática

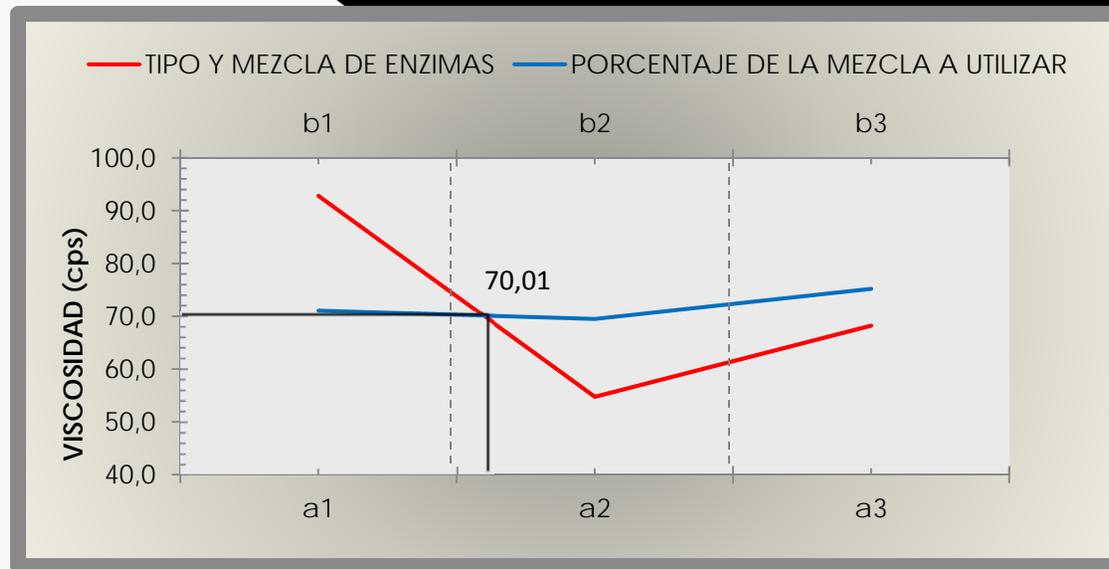
F. de V.	GL.	S.C.	C.M.	F. cal	0,05	0,01
Total	26	8088,74				
Tratamientos	8	7587,19	948,40	42,00**	2,51	3,71
Factor A	2	6705,27	3352,63	148,45**	3,55	6,01
Factor B	2	156,57	78,29	3,47 ^{NS}	3,55	6,01
A x B	4	725,36	181,34	8,03**	2,93	4,58
E. exp.	18	406,50	22,58			

CV: 6,61 %

CV: 6,61 %

MENÚ

Interacción A x B para la variable viscosidad (cps)



MENÚ

Variación de la viscosidad del jugo fresco luego de la hidrólisis enzimática, con respecto a cada tratamiento.

VARIACIÓN DE LA VISCOSIDAD EN EL JUGO LUEGO DEL PERIODO DE HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA



MENÚ

Características del Jugo de uvilla hidrolizado con el mejor tratamiento de la fase 1

CARACTERÍSTICAS DEL JUGO DE UVILLA HIDROLIZADO CON EL MEJOR TRATAMIENTO DE LA FASE 1

Análisis	Jugo Hidrolizado
Acidez (mg ácido cítrico / 100 ml de jugo)	0,16469
Densidad (g / ml)	1,13284
° Brix (grados)	15,96667
Viscosidad (centipoises)	49,733
Sólidos Insolubles (mg/100ml)	0,2055

MENÚ

T de student para las variables de la fase 2

$H_i : A \neq B$

$H_i : \forall \neq B$



2,5 bar \neq 3,5 bar

2,5 psi \neq 3,5 psi

$H_o : A = B$

$H_o : \forall = B$



2,5 bar = 3,5 bar

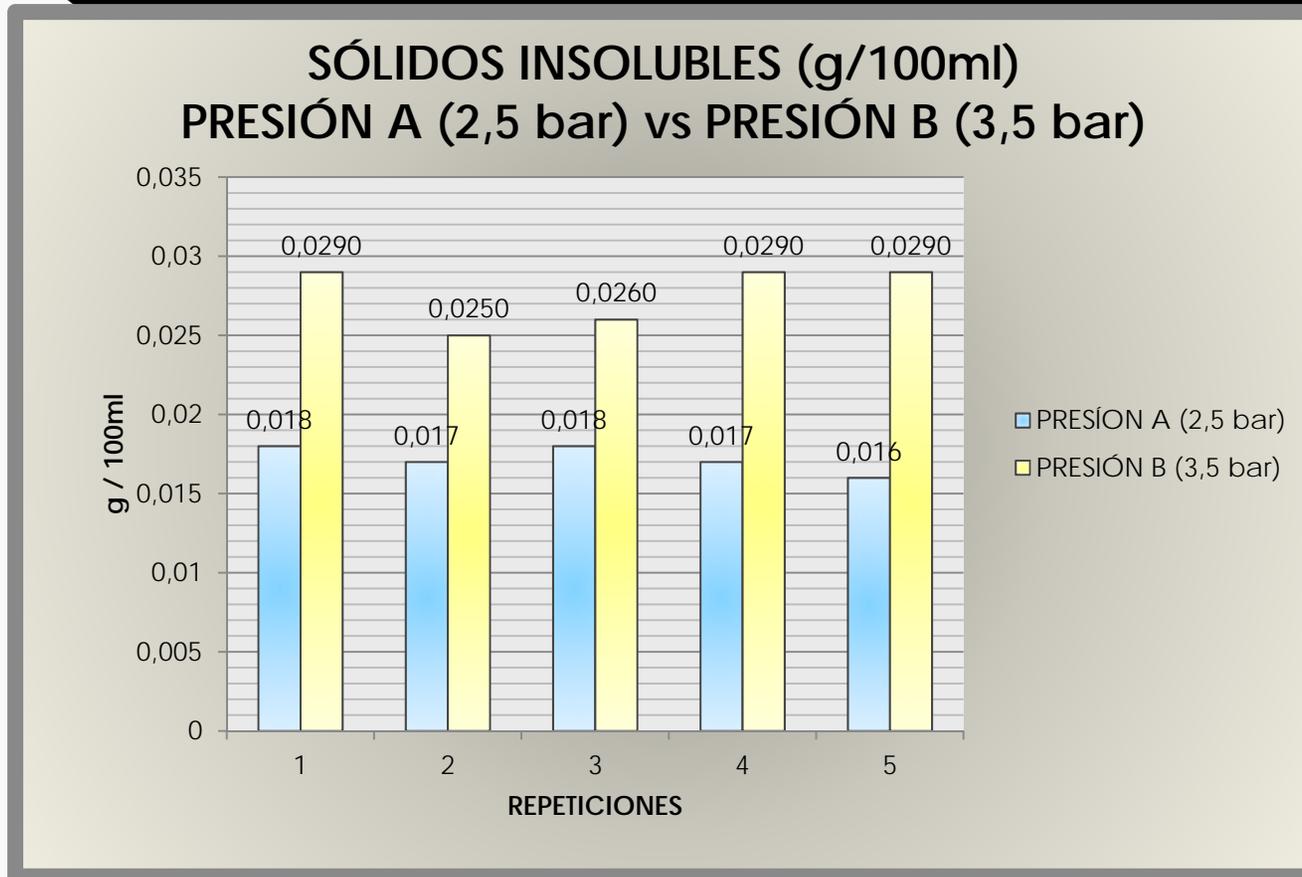
2,5 psi = 3,5 psi

T de student para las variables de la fase 2

Variables evaluadas	T calculado	T tabular		Hi	Ho
		.05	.01		
Sólidos insolubles	10,1	4,6	2,78	**	
Sólidos solubles	29,86			**	
Azúcares totales	9,25			**	
Turbidez	28,46			**	
Acidez	1,35			NS	
Densidad	7,57			**	
Viscosidad	10,51			**	
Rendimiento	4,01			*	

MENÚ

Variación del contenido de sólidos insolubles



CV para presión A : 4,86%

CV para presión B : 7,06%

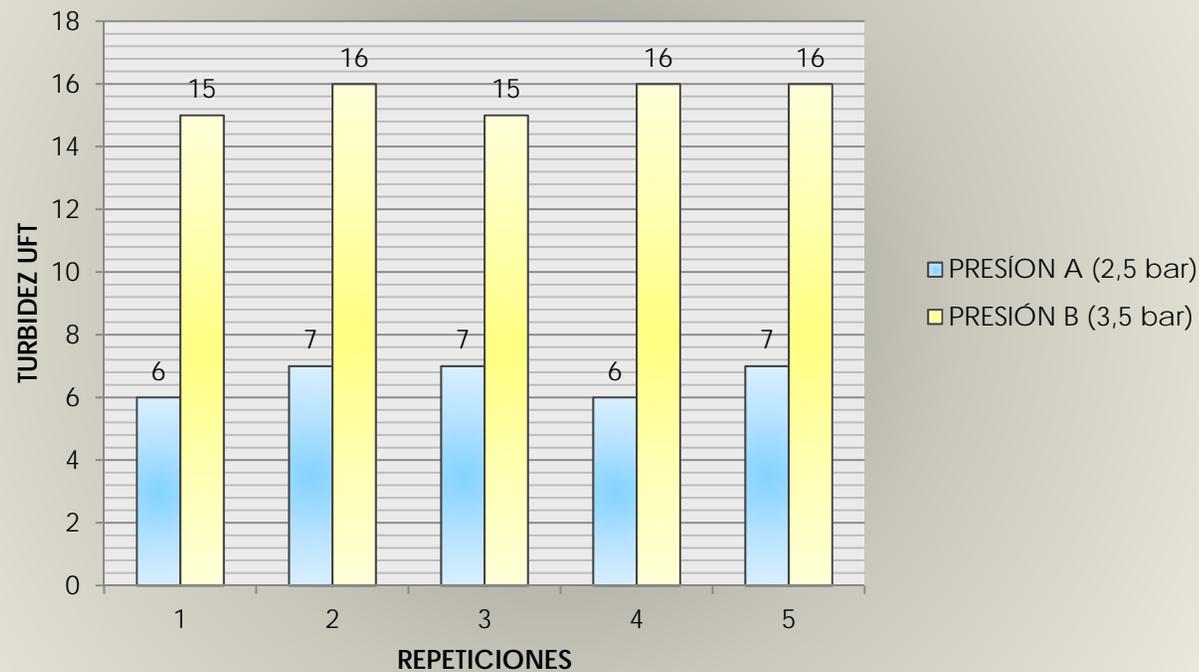
CV para presión A : 4,86%

CV para presión B : 7,06%

MENÚ

Variación de la Turbidez

TURBIDEZ UFT
PRESIÓN A (2,5 bar) vs PRESIÓN B (3,5 bar)



CV para presión A : 8,30 %

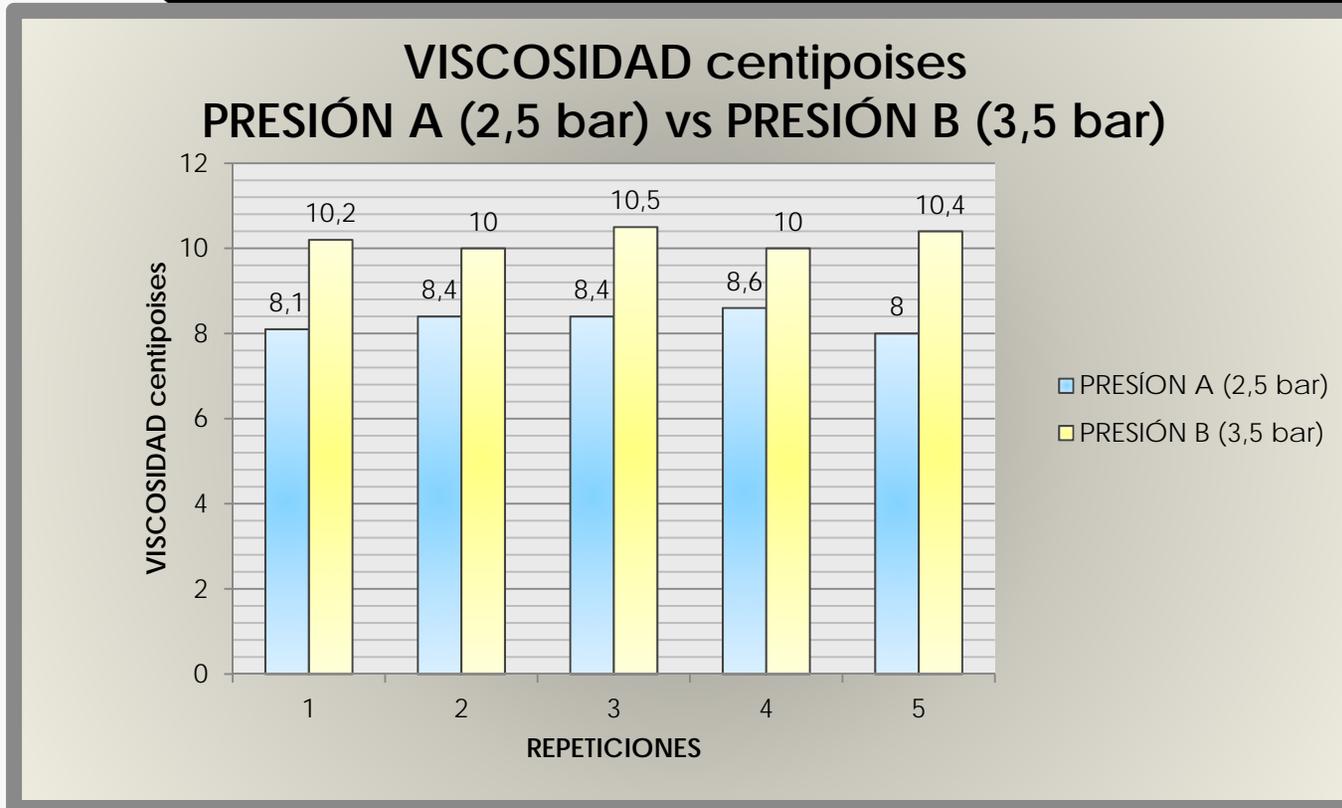
CV para presión B : 3,51 %

CV para presión A : 8,30 %

CV para presión B : 3,51 %

MENÚ

Variación de la Viscosidad



CV para presión A : 2,95 %

CV para presión B : 2,23 %

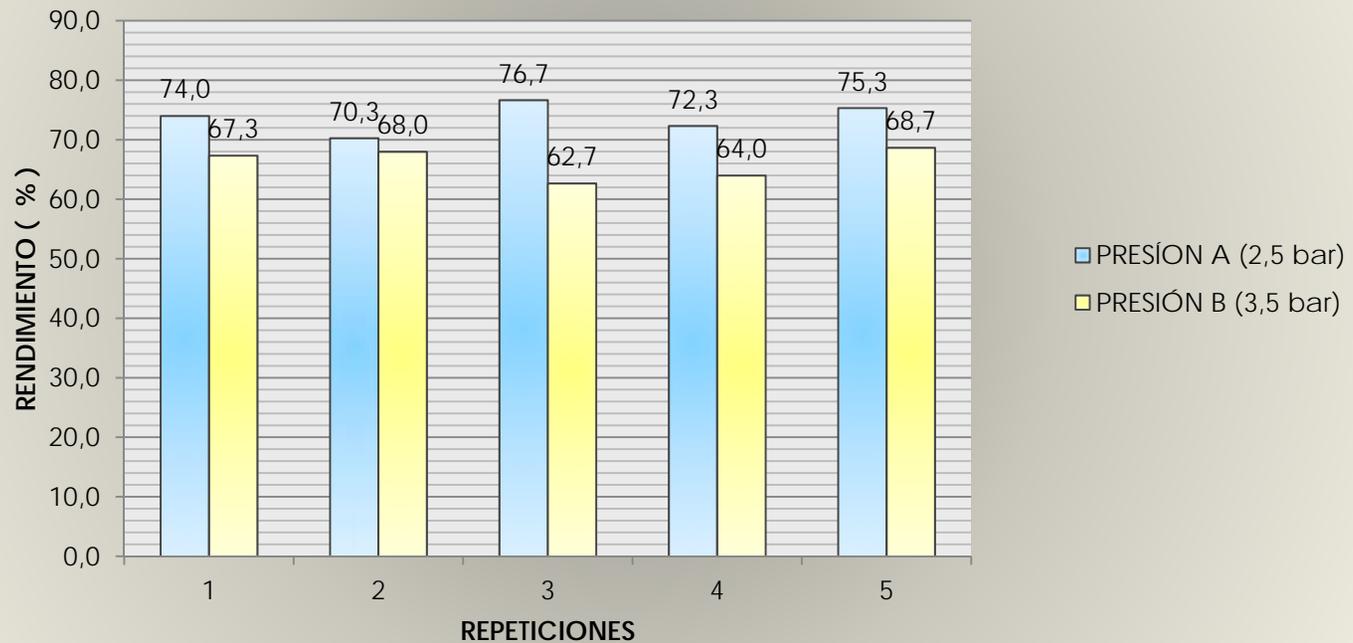
CV para presión A : 2,95 %

CV para presión B : 2,23 %

MENÚ

Variación del Rendimiento

RENDIMIENTO (porcentaje)
PRESIÓN A (2,5 bar) vs PRESIÓN B (3,5 bar)



CV para presión A : 3,41 %

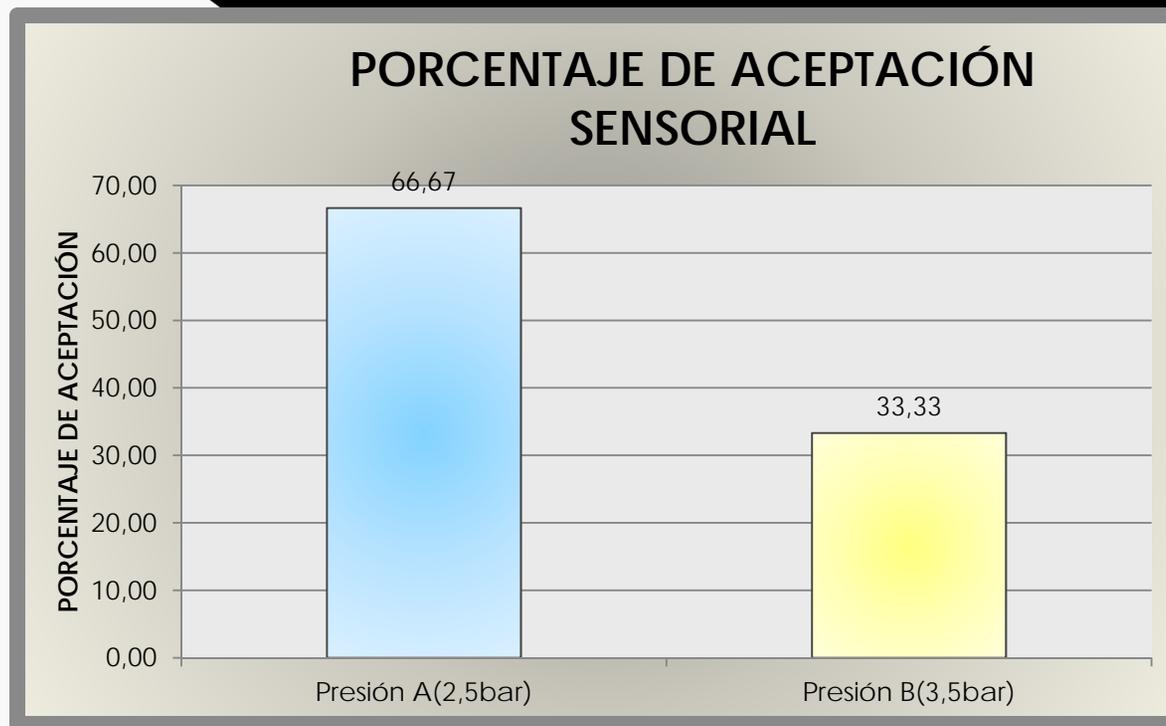
CV para presión B : 3,99 %

CV para presión A : 3,41 %

CV para presión B : 3,99 %

MENÚ

Características organolépticas



MENÚ

Análisis microbiológicos

Resultados de los análisis microbiológicos

PARÁMETROS ANALIZADOS	UNIDADES	HIDROLIZADO	PRESIÓN A					PRESIÓN B				
Recuento de mohos	UPM/g	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recuento de levaduras	UPL/g	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recuento estándar en placa	UFC/g	2×10^6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

MENÚ

Caracterización del mejor tratamiento

Componentes	Cantidad
Carbohidratos (%)	6,43
Energía (Kcal / 100ml)	25,72
Fosforo (mg / l)	5,1
Potasio (mg / l)	100
Vitamina C (mg / 100ml)	24,55

MENÚ

CONCLUSIONES

MENÚ

Conclusiones

- Obtenido el jugo clarificado utilizando hidrólisis enzimática y microfiltración tangencial, se puede concluir que es un producto de origen natural, no diluido, no concentrado ni fermentado, sin aditivos ni conservantes, obtenido al procesar uvilla (*Physalis peruviana*. L.), fresca, sana, madura y limpia, al cual se le a eliminado la turbidez y la viscosidad con la ayuda de un método físico (microfiltración tangencial) y bioquímico (hidrólisis enzimática).
- Finalizada la fase uno se puede concluir que el tratamiento que presenta los mejores resultados es T5, que es una mezcla de 50 % pectinasa + 50 % amilasa, agregado en un porcentaje del 0,030 % en relación al volumen del jugo, por lo tanto se procedió a utilizar esta combinación en el pre-tratamiento realizado a la fase dos previo a la microfiltración tangencial.

- La microfiltración tangencial es un método de esterilización del jugo debido a que el diámetro del poro de la membrana es inferior al tamaño de los microorganismos, por lo tanto se obtiene un producto de alta calidad microbiológica utilizando este método.
- Finalmente se considera en un balance general de acuerdo a todas las variables evaluadas, análisis físicos, químicos, microbiológicos y organolépticos realizados, que se puede obtener jugo clarificado de calidad utilizando una mezcla de enzimas del 50% de Pectinex Ultra SPL - L y 50% Termamyl 120 L Type L, agregando esta mezcla en un porcentaje del 0,030% en relación al volumen del jugo fresco y clarificando este jugo hidrolizado a una presión de 2,5 bares en el microfiltrador de flujo tangencial.

RECOMENDACIONES

[MENÚ](#)

Recomendaciones

- Se recomienda eliminar el cáliz o capuchón de la uvilla, justo antes de procesar la fruta, para evitar que se deteriore y fermente, ya que es una fruta muy susceptible.
- En el proceso de hidrólisis enzimática, se recomienda mantener la temperatura de hidrólisis constante, ya que si varía podría disminuir la actividad enzimática o acelerar la fermentación natural del jugo.
- Al adicionar las enzimas al jugo es recomendable realizar una buena agitación para que la homogenización sea correcta, con esto se evita que las enzimas se distribuyan en una sola parte del jugo causando problemas en la hidrólisis.
- Es recomendable antes de iniciar con el proceso de microfiltración, lavar y calibrar el equipo, siguiendo las instrucciones del fabricante, para evitar que el flujo transmembranario tenga diferentes condiciones.

MENÚ



GALERIA