

ALIMENTOS

CIENCIA E INGENIERIA



Abril 2008
N. 17(1)

La Revista ALIMENTOS CIENCIA E INGENIERÍA es una publicación semestral de resúmenes de Tesis de Grado y Trabajos de Investigación realizados en la FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS de la Universidad Técnica de Ambato, así como contribuciones de otras Universidades e Instituciones con las cuales la facultad mantiene convenios de cooperación mediante el intercambio científico y cultural. Las contribuciones a la presente publicación son responsabilidad absoluta de los autores.

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
UTA - FCIAL

RECTOR: Ing. Luis Amoroso M.

VICERRECTOR
ACADEMICO: Dr. Galo Naranjo L.

VICERRECTOR
ADMINISTRATIVO: Dr. Remigio Medina G.

DECANO: Ing. Danilo Morales C.

SUBDECANO: Ing. Gladys Navas M.

DISEÑO Y
DIAGRAMACION: Ing. Jorge Vélez G.

ISSN: 1390-2180

Impresión FCIAL - mayo 2008

REUTILIZACIÓN DEL EFLUENTE DEL DESAMARGADO DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis* Sweet)

Janeth Carrión
Elena Villacrés
Eduardo Peralta
Milton Ramos

RESUMEN

*La legislación actual, respecto al tratamiento de residuos provenientes de procesos agroindustriales, exige minimizar el impacto de éstos al medio ambiente. En esta tendencia se inscribe la reutilización del efluente del desamargado de chocho (*Lupinus Mutabilis* Sweet), en un proceso tipo Bach. El desamargado del grano se realizó, aplicando un sistema hidro-térmico: para un peso total de 600 kg de grano, distribuidos en cuatro lotes de 150 kg cada uno; se utilizó un volumen total de agua de 33.33 m³, obteniéndose 27.67 m³ de efluente, mismo que fue caracterizado desde el punto de vista físico, químico, microbiológico y sensorial. Estos resultados permitieron determinar que el agua residual del proceso, puede ser tratada y reutilizada tres veces. El chocho lavado con este efluente tratado no presentó alteración significativa de sus características químicas, microbiológicas y organolépticas. Los valores de dureza total (4.24 mg/l), macro y micro elementos, alcaloides residuales (no detectable), cloruros (36.16 mg/l), sulfatos (3.08 mg/l), bicarbonatos (134.73 mg/l), demanda bioquímica de oxígeno (20 mg/l) del agua de descarga tratada, se enmarcan dentro de los niveles especificados como normales, mostrando que la misma puede ser reutilizada como agua de riego. Para un procesamiento a gran escala, la reutilización del efluente del desamargado supone un ahorro significativo de agua, permitiendo elevar la relación costo-beneficio a un valor de 1.18.*

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la demanda progresiva de chocho desamargado a nivel mundial está impulsando el procesamiento agroindustrial de esta leguminosa, en el cual el agua desempeña un papel muy importante (Caicedo, 2000). Se conoce que el proceso de desamargado elimina en todo el proceso un 99.92% de alcaloides; el mayor porcentaje de eliminación se logra en la etapa de cocción. La dispersión de los alcaloides en el agua vuelve muy complicado y costoso el proceso de recuperación, siendo necesario investigar alternativas que permitan la separación de los alcaloides disueltos en el efluente para reutilizar el agua utilizada en el proceso (Lara, 1999).

El incremento del consumo de agua de buena calidad en la industria agroalimentaria y la necesidad de su economía con el fin de reducir simultáneamente la toma y el desecho del efluente, conducen a una utilización metódica del agua, que puede manifestarse bajo el aspecto de reutilización y/o recirculación (Crites, 2000).

PARTE EXPERIMENTAL

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Santa Catalina INIAP, en su Planta Piloto de Desamargado de Chocho, perteneciente al Dpto. de Leguminosas y Granos Andinos; y la materia prima utilizada fue chocho ANDINO-450, proporcionada por el mismo Departamento.

El grano fue desamargado, recolectándose el agua residual de cada etapa en un tanque receptor, al cual se aplicó el respectivo tratamiento, llegando a obtener agua de calidad físico-química, microbiológica y sensorial aceptable, en la que se desamargó otro lote de grano y así sucesivamente hasta llegar a completar las tres reutilizaciones planteadas. Luego el efluente resultante fue tratado y descargado a fuentes receptoras. En el agua de entrada (potable y tratada), salida (efluente), y chocho desamargado se realizaron los respectivos análisis.

Carrión J., Villacrés E., Peralta E., Ramos M.

85

REUTILIZACIÓN DEL EFLUENTE DEL DESAMARGADO DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis* Sweet)

Janeth Carrión
Elena Villacrés
Eduardo Peralta
Milton Ramos

RESUMEN

*La legislación actual, respecto al tratamiento de residuos provenientes de procesos agroindustriales, exige minimizar el impacto de éstos al medio ambiente. En esta tendencia se inscribe la reutilización del efluente del desamargado de chocho (*Lupinus Mutabilis* Sweet), en un proceso tipo Bach. El desamargado del grano se realizó, aplicando un sistema hidro-térmico; para un peso total de 600 kg de grano, distribuidos en cuatro lotes de 150 kg cada uno; se utilizó un volumen total de agua de 33.33 m³, obteniéndose 27.67 m³ de efluente, mismo que fue caracterizado desde el punto de vista físico, químico, microbiológico y sensorial. Estos resultados permitieron determinar que el agua residual del proceso, puede ser tratada y reutilizada tres veces. El chocho lavado con este efluente tratado no presentó alteración significativa de sus características químicas, microbiológicas y organolépticas. Los valores de dureza total (4.24 mg/l), macro y micro elementos, alcaloides residuales (no detectable), cloruros (36.16 mg/l), sulfatos (3.08 mg/l), bicarbonatos (134.73 mg/l), demanda bioquímica de oxígeno (20 mg/l) del agua de descarga tratada, se enmarcan dentro de los niveles especificados como normales, mostrando que la misma puede ser reutilizada como agua de riego. Para un procesamiento a gran escala, la reutilización del efluente del desamargado supone un ahorro significativo de agua, permitiendo elevar la relación costo-beneficio a un valor de 1.18.*

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la demanda progresiva de chocho desamargado a nivel mundial está impulsando el procesamiento agroindustrial de esta leguminosa, en el cual el agua desempeña un papel muy importante (Caicedo, 2000). Se conoce que el proceso de desamargado elimina en todo el proceso un 99.92% de alcaloides; el mayor porcentaje de eliminación se logra en la etapa de cocción. La dispersión de los alcaloides en el agua vuelve muy complicado y costoso el proceso de recuperación, siendo necesario investigar alternativas que permitan la separación de los alcaloides disueltos en el efluente para reutilizar el agua utilizada en el proceso (Lara, 1999).

El incremento del consumo de agua de buena calidad en la industria agroalimentaria y la necesidad de su economía con el fin de reducir simultáneamente la toma y el desecho del efluente, conducen a una utilización metódica del agua, que puede manifestarse bajo el aspecto de reutilización y/o recirculación (Crites, 2000).

PARTE EXPERIMENTAL

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Santa Catalina INIAP, en su Planta Piloto de Desamargado de Chocho, perteneciente al Dpto. de Leguminosas y Granos Andinos; y la materia prima utilizada fue chocho ANDINO-450, proporcionada por el mismo Departamento.

El grano fue desamargado, recolectándose el agua residual de cada etapa en un tanque receptor, al cual se aplicó el respectivo tratamiento, llegando a obtener agua de calidad físico-química, microbiológica y sensorial aceptable, en la que se desamargó otro lote de grano y así sucesivamente hasta llegar a completar las tres reutilizaciones planteadas. Luego el efluente resultante fue tratado y descargado a fuentes receptoras. En el agua de entrada (potable y tratada), salida (efluente), y chocho desamargado se realizaron los respectivos análisis.

Carrión, J., Villacrés E., Peralta E., Ramos M.



MÉTODOS

Caracterización físico-química:
Caracterización física
Turbidez (FTU)*
Temperatura. Se utilizó una termocupla, Control Company
Sólidos disueltos totales**
Conductividad Eléctrica**

Caracterización química inorgánica

pH: Se utilizó el método potenciométrico
Alcaloides:
Método Cualitativo: Reactivo de Wagner
Método Cuantitativo: Von Baer, et al., (1979), modificado por la Escuela Politécnica Nacional, (1982)
Minerales: Se evaluó por espectrofotometría de absorción atómica. Método adaptado por el Departamento de Nutrición y Calidad, INIAP
Macro elementos: Ca, Mg, Na, K y P
Micro elementos: Cu, Fe, Mg y Zn

Otros

Carbonatos**
Bicarbonatos**
Dureza total**
Cloruros*
Sulfatos*
Cloro libre*
Cloro total*
Ozono*

Caracterización química de compuestos orgánicos agregados.

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)*
Demanda química de oxígeno (DQO)*
Índice de biodegradabilidad DQO/DBO5

* Fueron medidos fotométricamente en un Fotómetro PF-11; según los métodos de la casa MACHE-REY-NAGEL. 2003.

**Se utilizó los métodos Adaptados en el Departamento de Suelos: INIAP.

Composición química del chocho desamargado

Análisis proximal: humedad, cenizas, proteína, extracto etéreo, fibra bruta; aplicando los métodos AOAC, (1984) adaptados en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP.

Contenido de minerales: Macro elementos Ca, Mg, Na, K y P y Micro elementos: Cu, Fe, Mn y Zn: por Fotometría de Absorción Atómica.

Contenido de alcaloides: Método cuantitativo Von Baer, D. y Colaboradores, 1979, Modificado por la Escuela Politécnica Nacional, (1982).

Recuento microbiológico del agua (potable y tratada), efluente y chocho desamargado

Se utilizó los métodos 3M Center, Building 275-5w-05 St Paul, MN 55 144-1 000 (placas petrifilm), para aerobios mesófilos, mohos y levaduras, coliformes totales y Escherichia coli.

Caracterización organoléptica del agua (potable y tratada), efluente y chocho desamargado



Carrion J., Villaverde E., Peralta E., Ramos M.

MÉTODOS

Caracterización físico-química:
Caracterización física
Turbidez (FTU)*
Temperatura. Se utilizó una termocupla, Control Company
Sólidos disueltos totales**
Conductividad Eléctrica**

Caracterización química inorgánica

pH: Se utilizó el método potenciométrico
Alcaloides:
Método Cualitativo: Reactivo de Wagner
Método Cuantitativo: Von Baer, et al., (1979), modificado por la Escuela Politécnica Nacional, (1982)
Minerales: Se evaluó por espectrofotometría de absorción atómica. Método adaptado por el Departamento de Nutrición y Calidad, INIAP
Macro elementos: Ca, Mg, Na, K y P
Micro elementos: Cu, Fe, Mg y Zn

Otros

Carbonatos**
Bicarbonatos**
Dureza total**
Cloruros*
Sulfatos*
Cloro libre*
Cloro total*
Ozono*

Caracterización química de compuestos orgánicos agregados.

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)*
Demanda química de oxígeno (DQO)*
Índice de biodegradabilidad DQO/DBO5

* Fueron medidos fotométricamente en un Fotómetro PF-11; según los métodos de la casa MACHE-REY-NAGEL. 2003.

**Se utilizó los métodos Adaptados en el Departamento de Suelos: INIAP.

Composición química del chocho desamargado

Análisis proximal: humedad, cenizas, proteína, extracto etéreo, fibra bruta; aplicando los métodos AOAC, (1984) adaptados en el Dpto. de Nutrición y Calidad del INIAP.

Contenido de minerales: Macro elementos Ca, Mg, Na, K y P y Micro elementos: Cu, Fe, Mn y Zn: por Fotometría de Absorción Atómica.

Contenido de alcaloides: Método cuantitativo Von Baer, D. y Colaboradores, 1979, Modificado por la Escuela Politécnica Nacional, (1982).

Recuento microbiológico del agua (potable y tratada), efluente y chocho desamargado

Se utilizó los métodos 3M Center, Building 275-5w-05 St Paul, MN 55 144-1 000 (placas petrifilm), para aerobios mesófilos, mohos y levaduras, coliformes totales y Escherichia coli.

Caracterización organoléptica del agua (potable y tratada), efluente y chocho desamargado



Carrion J., Villaverde E., Peralta E., Ramos M.

Se evaluó por el método de determinación de umbrales gustativos. Método adaptado por el Departamento de Nutrición y Calidad, INIAP. Para el efluente se evaluó olor y color, mientras que olor, color y sabor para agua (potable y tratada), y para el chocho desamargado se determinó aceptabilidad, olor, color y sabor.

Análisis Estadístico

Para evaluar los datos de este estudio se aplicó el paquete estadístico Statgraphics Plus versión 4.5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tratamiento del efluente proveniente del proceso del desamargado

TABLA 1. CARACTERIZACION FISICO - QUIMICA DEL AGUA

TABLA 1. CARACTERIZACION FISICO - QUIMICA DEL AGUA						
CONSTITUYENTE	UNIDADES	T1	T4	T5	T9	T10
Caracterización física						
Turbidez	FTU	10.00	10.00	10.00	10.00	45.50
Temperatura	°C	18.00	17.50	18.50	17.50	17.50
Sólidos disueltos totales	mg/L	75.00	130.00	165.00	740.00	1 905.00
Conductividad eléctrica	dS/m ¹¹	0.16	0.27	0.37	1.48	3.77
Caracterización química inorgánica						
pH	---	7.34	6.75	6.65	6.18	7.00
ALCALOIDES						
Cualitativo	---	---	---	---	---	---
Cuantitativo	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MINERALES						
Macro elementos:						
Ca	mg/l	2.25	1.12	1.14	2.07	3.16
Mg	mg/l	0.39	0.28	0.34	1.05	1.86
Na	mg/l	0.72	1.68	2.27	30.70	44.90
K	mg/l	0.26	0.42	0.53	2.92	3.44
P	mg/l	0.02	0.03	0.07	0.33	0.48
Micro elementos:						
Cu	ppm	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe	ppm	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	ppm	0.00	0.00	0.03	0.00	0.07
Zn	Ppm	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
OTROS						
Carbonatos	mg/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bicarbonatos	mg/l	117.12	123.88	134.73	187.63	226.74
Cloruros	mg/l	7.62	28.72	36.16	69.84	99.98
Sulfatos	mg/l	0.42	2.91	3.08	34.75	44.21
Dureza Total	mg/l	7.22	3.94	4.24	9.49	15.53
Cloro libre	mg/l	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Cloro total	mg/l	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Ozono 2	mg/l	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Aluminio	mg/l	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
Caracterización química de compuestos orgánicos agregados						
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/l	10.00	15.50	20.00	16.00	18.50
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l	1.00	1.15	3.15	1.25	2.90
Índice de biodegradabilidad DBO/DQO	---	0.10	0.07	0.17	0.08	0.16

¹¹ Datos Experimentales (promedio de tres determinaciones)

¹² decisiemens / metro

**1: FTU: Turbiedad Formalina

T1: Agua sin tratar (potable)

T4: Agua tratada tres veces; para desamargar el chocho sin sal en la etapa de cocción

T5: Agua tratada cuatro veces o de descarga; proveniente del desamargado sin sal en la cocción del grano

T9: Agua tratada tres veces; para desamargar el chocho con sal al 40% en la etapa de cocción

T10: Agua tratada cuatro veces o de descarga; proveniente del desamargado con sal al 40% en la cocción del grano

Caracterización física del agua (potable y tratada)

Los datos de la Tabla 1, muestran que el Número de reutilizaciones no influye sobre la turbidez del agua tratada de un proceso no salino, y hasta la tercera reutilización de un proceso salino, ya que en el agua resultante de la cuarta recirculación de un proceso salino el valor de turbidez se incrementa a 45.5 FTU sobrepasando el nivel permisible (5 - 20 FTU) considerado para el agua pota-

ble de consumo público (INEN, 1983). El contenido de sólidos disueltos totales, en casi todos los tratamientos, se enmarcan dentro del límite permisible (1000 mg/l), mientras que el agua recirculada cuatro veces y cuando el grano es cocido con sal al 40% (T10), puede ser utilizada para riego, ya que el contenido de sólidos no supero el valor de 2000 mg/l (INIAP, 2005). Los valores de conductividad eléctrica del agua tratada se enmarcaron dentro del límite máximo permisible reportado por INIAP 2005, (0 - 3 dS/m).

Caracterización química inorgánica del agua potable y tratada

Alcaloides

El análisis cuantitativo reveló ausencia de alcaloides en el agua (potable y tratada). Lo que indica que el agua utilizada para el desamalgado y sometida a un tratamiento adecuado no causa daños secundarios, pudiéndose esta agua reutilizar en otro proceso.

pH

Los valores de pH del agua tratada hasta cuatro veces en un proceso de cocción con y sin inclusión de sal, se enmarcó en el rango establecido (6.5 a 9.5), para el agua potable de consumo público (INEN, 1983).

Contenido de dureza total, calcio y magnesio

El Departamento de Suelos y Aguas del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2005), establece las siguientes categorías de agua para riego, de acuerdo a los valores de dureza (agua blanda menor a 17.10 mg/l; agua ligeramente blanda entre 17.10 - 51.30 mg/l; agua moderadamente dura de 51.40 - 119.70 mg/l; agua dura 119.80 - 179.50 mg/l y agua muy dura valores mayores a 179.50 mg/l); calcio (0 a 200 mg/l) y magnesio (0 - 61mg/l). Al comparar los datos bibliográficos con los experimentales con respecto a dureza total, calcio y magnesio, se tiene que el agua tratada se encuentra dentro de los rangos permisibles y se puede destinar como agua de uso agro-industrial o de riego (INIAP, 2005; INEN 1983).

Contenido de sodio, fósforo y potasio

Comparado los valores experimentales con la concentración máxima permisible (Reglamentación Técnico-sanitaria aprobada por el Real Decreto de Europa 2000), se observa entre ellos una similitud, lo que supone su potencial para uso posterior en procesos agro-industriales, consumo público y de riego.

Contenido de cobre, hierro, manganeso y zinc.

Los resultados obtenidos experimentalmente en cuanto a las variables cobre, hierro, manganeso y zinc del agua (potable y tratada), muestran que los líquidos son aptos para uso en procesos agro-industriales, consumo público y de riego, ya que estos parámetros se encuentran dentro del límite máximo permisible establecido por el INEN (1983), en los siguientes niveles: cobre 1.5 ppm; hierro 0.8 ppm; manganeso 0.3 ppm. Lo que indica la eficiencia del tratamiento físico - químico aplicado a las aguas residuales, para reducir al mínimo, la carga de micro elementos presentes en las mismas.

Contenido carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, dureza total, cloro libre, cloro total, ozono, aluminio.

En cuanto a carbonatos se encuentra un valor no cuantificante en todos los tratamientos. El incremento progresivo de las variables cloruro, bicarbonatos y sulfatos en las aguas tratadas provenientes de un proceso salino, se produjo por la adición de "sal en grano" en la etapa de cocción del chocho, lo que indica que este es un agente que en solución altera la composición del agua, ya que los iones sodio y cloro pasan a formar otras sales como el bicarbonato; por otro lado, el sulfato de aluminio adicionado en el tratamiento del efluente determinó un incremento en la concentración de sulfatos. Según la reglamentación establecida por el INEN (1983), para el agua potable son permisibles valores de 250 mg/l para cloruros, 200 mg/l para sulfatos, 0.3 mg/l para cloro libre y 1 mg/l para cloro residual. El INIAP (2005), reporta los siguientes niveles tolerables para agua de riego: carbonatos 0 - 3.1 mg/l, bicarbonatos 0 - 280 mg/l, cloruros 0 - 540 mg/l y sulfatos 0 - 960 mg/l. Comparando los resultados obtenidos experimentalmente con los valores establecidos, se despren-

de que el agua reutilizada hasta tres veces se encuentra dentro del límite aceptable, el agua resultante de una cuarta reutilización o descarga puede servir para riego o para vertida en los ríos, ya que la composición físico-química del líquido se encuentra dentro de los niveles especificados como normales y no reviste peligrosidad alguna. En lo que respecta a cloro libre, cloro total, ozono y aluminio del agua no varió por efecto de los diferentes tratamientos aplicados, obteniéndose un valor único igual a 0.05 mg/l para el cloro libre, cloro total y ozono, y 0.045 para el aluminio.

Caracterización química de compuestos orgánicos agregados del agua (potable y tratada)

Los resultados experimentales (Tabla 1), muestran que la concentración de los resultados obtenidos experimentalmente para el agua tratada en cuanto a la DBO5, se encuentran fuera del límite permisible (7 mg/l). Según Madrid (2001), no se permite descargar a fuentes receptoras aguas que contengan una concentración > 30 mg/l de DBO5, lo que indica que el agua tratada cuatro veces si se puede eliminar a fuentes receptoras sin peligro alguno. Al considerar la DQO se establece que los valores obtenidos experimentalmente se encuentran dentro del nivel tolerante (20 mg/l); la relación DQO/DBO5, presenta valores sumamente bajos, por lo cual el agua tratada no presenta peligro alguno al utilizar en el desamargado de chocho y luego verter a fuentes receptoras.

Caracterización química del chocho desamargado

TABLA 2. COMPOSICION QUIMICA DEL CHOCHO DESAMARGADO CON AGUA SIN TRATAR, TRATADA TRES VECES, CON Y SIN ADICION DE SAL EN LA COCCION*

CONSTITUYENTE	UNIDADES	Chocho amargo	Chocho desamargado			
			T1	T4	T6	T9
ALCALOIDES						
Alcaloides (cualitativo)		+	-	-	-	-
Alcaloides	%	3.26	0.007	0.007	0.006	0.007
PROXIMAL						
Humedad	%	10.16	73.61	73.43	73.88	73.88
Ceniza	%	4.63	2.56	2.56	10.43	10.43
Extracto etéreo	%	19.03	21.14	20.26	17.94	17.69
Proteína	%	48.19	51.49	51.48	49.27	49.14
Fibra	%	12.04	7.62	7.58	14.03	13.99
MINERALES						
Macro elementos:						
Ca	%	0.27	0.28	0.33	0.46	0.44
Mg	%	0.75	0.15	0.15	0.15	0.15
P	%	0.01	0.42	0.42	0.42	0.42
K	%	1.26	0.02	0.02	0.02	0.02
Na	%	13.08	0.04	0.04	0.22	0.23
Micro elementos:						
Cu	ppm	36.86	12.33	12.40	12.56	13.02
Fe	ppm	47.67	77.53	77.46	74.08	73.35
Mn	ppm	+	35.63	35.28	36.88	38.48
Zn	ppm	3.26	43.85	43.31	41.54	41.67

* Datos Experimentales expresados en base seca (promedio de tres determinaciones)

Variedad: Andino 450

+ : Reacción positiva al reactivo Wagner

- : Reacción negativa al reactivo Wagner

T1: Chocho desamargado con agua sin tratar, cocción sin sal

T4: Chocho desamargado con agua tratada tres veces, cocción sin sal

T6: Chocho desamargado con agua sin tratar, cocción con sal al 40%

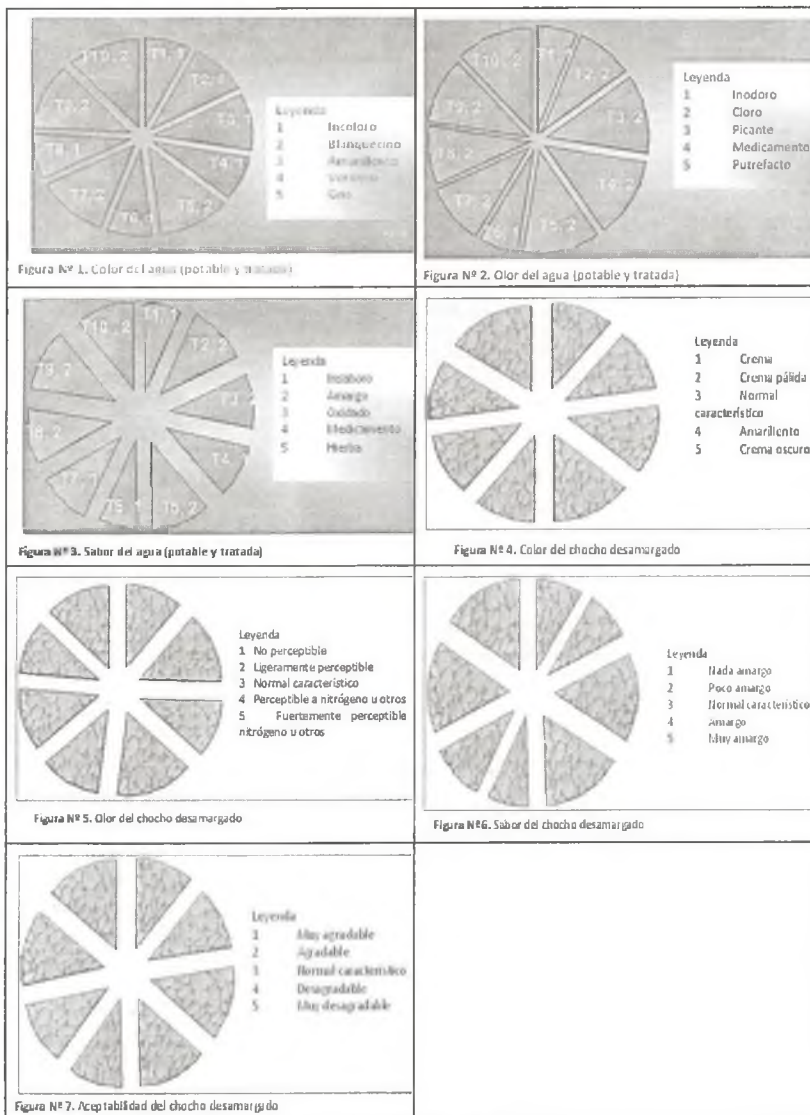
T9: Chocho desamargado con agua tratada tres veces, cocción con sal al 40%

Al comparar los resultados experimentales (Tabla 2) respecto al chocho desamargado, se observa un incremento considerable de las variables, ceniza, fibra y sodio; una disminución de extracto etéreo y proteína; y ninguna variación en cuanto a las variables magnesio, fósforo y potasio. Desde el punto de vista nutritivo parece que la adición de sal en la cocción, mejora la retención de algunos componentes previniendo su pérdida durante el lavado del grano y determinando una mejor calidad nutritiva del grano procesado bajo las condiciones señaladas. Se concluye que el desamargado con agua tratada no afecta las características químicas propias del grano, ya que los tratamientos men-

cionados son los que permiten una gran aproximación a los estándares requeridos para chocho desamargado.

Análisis sensorial

GRAFICOS



El análisis sensorial (Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7), mostró que los tratamientos aplicados no afectan significativamente el sabor del agua de entrada (potable y tratada), ya que éste resultó insípido. La cocción del grano con sal no afecta el sabor, porque este ingrediente es eliminado totalmente durante el lavado acuoso. Sin embargo, los diferentes tratamientos afectaron al color del agua. Otro parámetro organoléptico afectado por los tratamientos del agua fue el olor, mismo que varió en una gama de escalas, quizás debido a la carga de materia orgánica presente en el efluente, con una insuficiente depuración en el filtro de carbón. En cuanto al grano desamargado con agua tratada tres veces, los diferentes tratamientos aplicados al agua no afectaron drásticamente a las propiedades sensoriales del mismo.

Análisis Microbiológico

TABLA 3. RECUENTO MICROBIOLÓGICO DEL AGUA (POTABLE Y TRATADA) Y CHOCHO DESAMARGADO*

TRATAMIENTOS	AEROBIOS MESOFILOS (ufc / ml)	COLIFORMES / ml	ESCHERICHIA COLI / ml	MOHOS (upm / ml)	LEVADURAS (upl / ml)
AGUA (POTABLE Y TRATADA)					
T1 ¹	a0b0	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T2	a1b0	5 x 10 ¹	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T3	a2b0	10 x 10 ¹	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T4	a3b0	8 x 10 ¹	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T5 ²	a,b ₃	7 x 10 ¹	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T6 ³	a0b1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T7	a1b1	4 x 10 ¹	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T8	a2b1	7 x 10 ¹	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T9	a3b1	9 x 10 ¹	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T10 ⁴	a,b ₁	5 x 10 ¹	Ausencia	Ausencia	Ausencia
CHOCHO DESAMARGADO					
T1	a0b0	7 x 10 ¹	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T2	a1b0	9 x 10 ¹	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T3	a2b0	6 x 10 ¹	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T4	a3b0	8 x 10 ¹	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T6	a0b1	6 x 10 ¹	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T7	a1b1	3 x 10 ¹	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T8	a2b1	4 x 10 ¹	Ausencia	Ausencia	Ausencia
T9	a3b1	10 x 10 ¹	Ausencia	Ausencia	Ausencia

* Datos experimentales (promedio de tres determinaciones)

Ufc / ml: Unidad formadora de colonia por ml

Upl / ml: Unidad propagadora de levadura por ml

Upm / ml: Unidad propagadora de moho por ml

¹ Agua no tratada (potable) para desamargar el chocho sin sal en la cocción

² Agua tratada 4 veces o de descarga; proveniente de un proceso no salino

³ Agua no tratada (potable) para desamargar el chocho con sal al 40% en la cocción

⁴ Agua tratada 4 veces o de descarga; proveniente de un proceso salino

Los recuentos microbiológicos (Tabla 3), del agua (potable y tratada) y producto terminado (chocho desamargado), se enmarcaron dentro de los estándares establecidos por la Reglamentación Técnico - sanitaria 2000, para el agua de consumo público y por el INEN (1999), respectivamente.

CONCLUSIONES

La caracterización del agua potable, muestra que la composición físico - química, microbiológica y organoléptica difiere del efluente.

Barrios J., Villaverde E., Perilla E., Rivera M.



El chocho amargo presenta una concentración alta de alcaloides (3.26 %) en comparación con el chocho desamargado (0.007 %); mientras que la composición química, tanto del chocho amargo como desamargado, presenta altos contenidos de proteína, extracto etéreo, fibra y minerales.

El tratamiento físico - químico permitió obtener un líquido con las características casi similares al del agua potable.

La cantidad de sales presentes en el efluente tiende a incrementarse en un proceso salino; especialmente respecto a los bicarbonatos que pasan de 545.49 a 604.64 mg/l, cloruros de 1 589.75 a 10 919.52 mg/l, sulfatos de 159.35 a 197mg/l y sodio de 18.94 a 1 353.50mg/l.

El agua tratada cuatro veces proveniente de un proceso no salino puede ser utilizada en otro proceso, lo que no ocurre con el líquido procedente de un proceso salino, pues el contenido de sólidos disueltos totales en el primer caso es de 185.00 mg/l, mientras que en el segundo caso es de 1 905.00 mg/l. este último valor excede el rango normal establecido para aguas de consumo o uso agro - industrial (1 000.00 mg/l), pudiendo ser útil como agua de riego ya que se acepta hasta un máximo de 2 000.00 mg/l.

La calidad Sanitaria del agua tratada, en base al recuento de aerobios mesófilos (5x10⁴ Ufc/ml), y ausencia de coliformes totales, E. coli, mohos y levaduras, lo cual permite establecer que el agua es apta para el lavado del grano hasta un límite máximo de tres reutilizaciones.

En base a los valores de biodegradabilidad (DQO/DBO₅) del agua tratada cuatro veces o de descarga proveniente del proceso no salino (0.17) y salino (0.16), se concluye que la misma es apta para el riego agrícola, debido a la ausencia de materia orgánica contaminante y bajo contenido de alcaloides.

El chocho cocido sin la adición de sal y lavado con agua tratada o reutilizada, mantiene las características nutricionales y organolépticas propias del grano, especialmente respecto al parámetro proteína, de gran valor en la alimentación de la población.

La adición de sal en la etapa de cocción del grano acelera el proceso de desamargado, en un 30%, al disminuir el tiempo requerido para el proceso de 7 a 5 días; sin embargo, encarece el costo del producto final (chocho desamargado), por la adición de sal en la etapa de cocción.

El balance de materiales en el proceso de desamargado de chocho indica el volumen utilizado de agua (33.33 m³) para desamargar 4 lotes de 150 kg de chocho cada uno, utilizándose un volumen promedio de 6.23 m³ en cada lote, ya sea para el proceso salino o no salino.

El estudio económico del grano desamargado mediante un proceso no salino, con agua tratada, muestra una relación beneficio-costo de \$1.18.

BIBLIOGRAFIA

CAICEDO, C., PERALTA, E. 2000. Zonificación Potencial, Sistemas De Producción Y Procesamiento Artesanal Del Chocho (*Lupinus Mutabilis Sweet.*) Quito: Iniap. 38p. (Boletín Técnico N° 89).

CRITES, R. 2000. Tratamiento De Aguas Residuales En Pequeñas Poblaciones. Mcgraw-Hill Interamericana, S.A. Santafé De Bogotá, Colombia. Pp. 21 - 57, 241 - 292.

DEGREMONT, 1979. Manual Técnico Del Agua. 4ta Ed. Editorial Grafo S.A. España. Pp. 5, 57-80, 111-140, 315.

DOMÍNGUEZ, X. 1973. Alcaloides. In: Métodos De Investigación Fitoquímica. Limusa. Nuevo León - México S.A. Pp. 211-242

HINRICHSEN, J. 1990. Principal Autor Del Informe "Soluciones Para Un Mundo Con Escasez De Agua" Y Consultor Del Fondo De Naciones Unidas Para La Población (Fnuap). Revista Española. España. 40 P.

LARA, A. 1999. Estudio De Alternativas Tecnológicas Para El Desamargado De Chocho (*Lupinus Mutabilis Sweet.*) Tesis Previa A La Obtención Del Título De Doctora En Química. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Riobamba - Ecuador. Pp. 148-152.

SEOANEZ M. 2003. Manual De Tratamiento, Reciclado, Aprovechamiento Y Gestión De Las Aguas Residuales De Las Industrias Agroalimentarias. A. Madrid Vicente Eds. Editorial Seseña. Madrid. Pp. 109-140, 183,184.