

**USO DE LOS RESIDUOS DE UNA PROCESADORA DE JUGOS DE FRUTAS
COMO MATERIA PRIMA PARA LA OBTENCIÓN DE ETANOL**

INFORME TÉCNICO DE LA OPCIÓN CURRICULAR EN LA MODALIDAD DE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTA:

Sánchez Montaña Alfredo Temistocles

Asesor: Dr. Fabián Robles Martínez

México D.F., mayo 2008

¡Gracias!

A todos y cada uno de los involucrados en este proyecto:

Carmen:

*“The time has come”, “the Walrus said,
To talk of many things;
Of shoes- And ships- andsealing wax-
And cabbages – and kings-
And Why the sea is boiling hot-
and whether pigs have wings.”*

Fragmento de “la morsa y el carpintero” de Alicia a través del espejo

Dr. Fabián

¡Merci beaucoup.!

Eunice. *hello princess last night I dreamt of you you were so beautiful...*

ÍNDICE

	Página
ANTECEDENTES	8
Combustibles fósiles	8
Combustibles fósiles en México	8
Problemática de la energía en México	9
Biocombustibles	10
Aspectos generales del etanol	10
Bioetanol	10
Materias primas	12
Residuos orgánicos	14
Cáscara de piña	14
Cáscara de naranja	15
Microorganismo	15
JUSTIFICACIÓN	18
OBJETIVO	19
Objetivo general	19
Objetivo específico	19
MATERIALES Y METODOS	20
Metodología experimental	20
Hidrólisis	20
Análisis estadístico	21
Determinación de glucosa y fructosa	21
Viabilidad de microorganismo	22
Fermentación	23
Determinación de biomasa	24
Determinación de pH	24
Determinación de azúcares	24
Determinación de etanol	27
RESULTADOS	27
Hidrólisis	28
Viabilidad celular	33
Fermentación	33
Azúcares	34
DISCUSIÓN	36
CONCLUSIONES	39
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	40
ANEXOS	43

ÍNDICE DE CUADROS

Número	Título	pagina
1	Contaminantes emitidos en mezclas de gasolina/etanol	11
2	Propiedades comparativas entre etanol y gasolina	12
3	Posibles materias primas para la producción de alcohol	12
4	Aspectos generales de la biomasa para producción de etanol	13
5	Síntesis del proceso de la fabricación de etanol	13
6	Generación de residuos del grupo Altex en el transcurso del año	14
7	Composición de la cáscara de naranja	15
8	Composición de la cáscara de piña	15
9	Contenido del reactivo DNS	22
10	Contenido curva tipo de glucosa y fructosa	22
11	Contenido del medio de fermentación	23
12	Comparativa de difusión térmica	25
13	Determinación de células viables para <i>S. Cerevisiae</i>	33
14	Concentración de ácido acético	34
15	Concentración de azúcar y pH durante la fermentación para naranja	34
16	Concentración de azúcar y pH durante la fermentación para Glucosa anhidra.	34
17	Concentración de azúcar y pH durante la fermentación para piña	34

ÍNDICE DE FIGURAS

numero	Titulo	pagina
1	Vía metabólica de Embden Meyerhof	16
2	Diagrama del equipo para medir la concentración de etanol	25
3	Resultados obtenidos a diferentes tipos de molido (extractor y licuadora)	27
4	Resultados obtenidos a diferentes tipos de molido para la cáscara de naranja	28
5	Porcentaje de azúcares cuantificados a diferentes condiciones, variando la concentración de ácido y manteniendo la temperatura a 70°C para la pulpa de naranja	28
6	Porcentaje de azúcares cuantificados a diferentes condiciones, variando la concentración de ácido y manteniendo la temperatura a 70°C para el bagazo de naranja	29
7	Porcentaje de azúcares cuantificados a diferentes condiciones, variando la concentración de ácido y manteniendo la temperatura a 90°C para la pulpa de naranja	29
8	Porcentaje de azúcares cuantificados a diferentes condiciones, variando la concentración de ácido y manteniendo la temperatura a 90°C para el bagazo de naranja	30
9	Resultados obtenidos a diferentes tipos de molido (extractor y licuadora)	30
10	Resultados obtenidos a diferentes tipos de molido para la cáscara de piña	31
11	Porcentaje de azúcares cuantificados a diferentes condiciones, variando la concentración de ácido y manteniendo la temperatura a 70°C para el bagazo de piña	31
12	Porcentaje de azúcares cuantificados a diferentes condiciones, variando la concentración de ácido y manteniendo la temperatura a 70°C para la pulpa de piña	32
13	Porcentaje de azúcares cuantificados a diferentes condiciones, variando la concentración de ácido y manteniendo la temperatura a 90°C para pulpa de piña	32
14	Porcentaje de azúcares cuantificados a diferentes condiciones, variando la concentración de ácido y manteniendo la temperatura a 90°C para el bagazo de piña	32
15	Numero de células viables en dilución 10 ⁻² a diferentes tiempos	33
16	Degradación de glucosa durante la fermentación	37

USO DE RESIDUOS DE UNA PROCESADORA DE JUGOS DE FRUTAS COMO MATERIA PRIMA PARA LA OBTENCIÓN DE ETANOL

Sánchez Montaña Alfredo Temistocles. fredirarara@yahoo.com.mx,

Calixto Mosqueda C.

*Dr. Fabián Robles Martínez. Coordinador del programa de doctorado de bioprocesos, UPIBI IPN Tel. 57296000, Ext. 56341, 56342, E-mail: frobles@acei.upibi.ipn.mx

Palabras clave: Bioetanol, biocombustibles, hidrólisis ácida, residuos agroindustriales.

Introducción: El cambio en la composición atmosférica ocasionada principalmente por la quema de combustibles fósiles genera efectos nocivos al medio ambiente y humano (Kampa y Castanas, 2008). Como una solución a esta problemática se ha planteado el desarrollo y el uso de nuevas tecnologías, basadas en fuentes de energía alternativas entre las cuales destacan los biocombustibles. El término biocombustible hace referencia a cualquier combustible producido a partir de plantas, desechos orgánicos y biomasa. Una de las más grandes ventajas de los biocombustibles es que pueden ser producidos en cualquier parte del mundo y con materia prima que puede ser obtenida en cualquier lugar (Hahn, et al; 2006). El bioetanol es uno de los biocombustibles más importantes, este presenta varias ventajas sobre los otros debido a que la mayoría de las máquinas no están diseñadas para biocombustibles como el hidrogeno y el metano, por otra parte el bioetanol puede utilizarse como aditivo de combustibles existentes. El bioetanol actualmente es producido a partir de caña de azúcar en Brasil, de maíz en USA, de azúcar de remolacha en Alemania y azúcar de maíz en España (Herrera, 2006).

En este proyecto se evaluó la producción de bioetanol a partir de las cáscaras de piña y de naranja, que son desechos de una empresa procesadora de jugos y se observó que las cáscaras contienen aproximadamente el 20% de glucosa.

Materiales y métodos: Se evaluó a la hidrólisis ácida y a la molienda de estas cáscaras como pretratamientos para optimizar la concentración de azúcares disponible en las cáscaras. Se determinó que con la molienda en extractor se obtiene mejor disponibilidad de azúcar que la obtenida con mortero y licuadora. La concentración máxima de azúcares que pueden ser liberados de la cáscara de piña y naranja por la hidrólisis ácida son: 0,38 g glucosa/g de cáscara y 0,4 g glucosa/g de cáscara respectivamente. La desventaja del pretratamiento ácido es que el producto de la hidrólisis tienen un pH menor a 1 y para ajustar el pH del medio a 4 se requieren 15g de NaOH.

La producción de etanol se cuantificó con un equipo diseñado en la UPIBI. Este equipo se basa en la difusividad térmica del alcohol, también llamado técnica fotoacústica. Finalmente se realizó una fermentación con la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, y se observó que se requiere un tiempo mayor para la degradación de glucosa en los medios que contenían cáscara de naranja comparado con el medio que contenía glucosa anhidra como fuente de carbono y energía.

Se cuantifico la cantidad de organismos viables para la fermentación tiñendo los viables en tres diferentes tiempos (24, 48 y 72horas).

El etanol fue medido utilizando la técnica foto acústica la cual resultó ser un método fácil para la cuantificación de etanol.

Resultados: Se comprobó que el mejor tipo de molienda para las cáscaras de piña y mango fue en

extractor ya que se liberó una mayor cantidad de azúcar (glucosa) que moliendo en licuadora.

De esta manera se obtuvieron los mejores resultados en la hidrólisis los cuales fueron los siguientes: para bagazo de naranja se obtuvieron 0.229g de glucosa/g de cáscara a una concentración de 20% de ácido clorhídrico y a 90°C, para pulpa de piña se determino una concentración de 0.176g de glucosa/g de cáscara a 90°C, para bagazo de piña y pulpa de piña fue la misma concentración de de glucosa siendo de 0.195g de glucosa/g de cáscara a 25% y 30% respectivamente y ambas a una concentración de 90°C.

Se realizo la fermentación agregando la cantidad correspondiente de cáscara de naranja y piña al medio de fermentación, para obtener una concentración de 100g/L de glucosa, además se evaluó la cinética de la degradación de glucosa presente en la cáscara de piña y mango, sin embargo los resultados obtenidos mostraron que la degradación de glucosa y fructosa en los medios que contenían cáscara de piña y naranja como fuente de carbono y de energía fueron de 3 a 4 veces mas lentos comparados con el medio que contenía glucosa anhidra como fuente de carbono y de energía (control), además en el proceso de destilación no se obtuvo nada durante 50 min de proceso, y en el control si fue posible la determinación de etanol al obtener un destilado.

Conclusiones: Se cuantificó la cantidad de azúcares presentes en la cáscara de naranja y de piña, siendo aproximadamente de 0.20g de glucosa/g de cáscara para cada fracción de cáscara (bagazo y pulpa),

Se determinó un pretratamiento óptimo para obtener una mayor cantidad de azúcares, utilizando ácido clorhídrico, obteniendo los mejores resultados de la siguiente manera: para pulpa de naranja la concentración optima de ácido es de 15% a 90°C obteniendo 17.6% de glucosa; para bagazo de naranja la concentración óptima de ácido es de 20% a 90°C obteniendo 22.9% de glucosa; para pulpa de piña la concentración óptima de ácido es de 30% a 90°C, obteniendo 19.5% de glucosa, para el bagazo de piña la concentración óptima es de ácido es de 25% a 90°C obteniendo 19.5% de glucosa.

En el proceso de fermentación después de la hidrólisis, se requiere gran cantidad de base para llevar el medio de fermentación de un pH de 0.5 a un pH de 4 (15 g de NaOH, para 300mL de medio de fermentación). afectando la actividad metabólica de *Saccharomyces cerevisiae*.

En la destilación no se obtuvo nada de etanol para los medios con cáscara de naranja y piña, mientras que en el control si se obtuvo y se cuantificó la concentración de etanol siendo de 8,9%. Lo anterior se debió a que la fermentación de los azúcares que contenían cáscara como fuente de carbono, requirió de 3 a 4 veces mas tiempo para degradarse, comparados con el control. Por todo lo anterior se puede concluir que no es factible la producción de etanol, a partir de cáscaras de naranja y de piña.

ANTECEDENTES

Combustibles fósiles

Uno de los mayores desafíos en el último siglo ha sido satisfacer la demanda de energía a nivel mundial; los combustibles fósiles son la principal fuente de energía utilizada hoy en día en todos los sectores de la sociedad, siendo el petróleo la fuente principal. García (1995) reportó que la explotación de este recurso comenzó desde el siglo XX y el mayor incremento en la demanda fue del año 1950 al 1975, provocado por su excesivo uso en el transporte y en las diferentes ramas industriales.

Actualmente el incremento del precio del petróleo es un problema, en el año 2006 este se cotizó en 80 dólares (Hagerdal *et al.*, 2006) y para este año (2008) ya ha rebasado los 110 dólares. Otro problema es el aumento de emisiones contaminantes a la atmósfera que se genera por la quema de combustibles fósiles, lo anterior provoca el efecto invernadero. Existe una gran preocupación con respecto a estas emisiones y a las consecuencias que puedan ocasionar, debido a que se ha registrado una variación de 0.6 °C en la temperatura global en el último siglo y el nivel del mar se ha incrementado entre 10 y 20 cm. (SEMARNAT, 2002).

Esto se demuestra en un estudio realizado en el año 2001 donde se estimó que se emitieron 24 millones de toneladas de CO₂ por año (SEMARNAT, 2002) siendo EE UU el país que mas emisiones genera con aproximadamente cinco millones de toneladas y media de CO₂ por año, por su parte México es el mayor contribuyente de CO₂ en América latina.

Combustibles fósiles en México

Los combustibles fósiles son utilizados principalmente por el sector de transportes, este sector genera aproximadamente el 70% de las emisiones de efecto invernadero (SEMARNAT, 2002), este sector es el mayor contribuyente de emisiones de CO₂ a la atmósfera con el 90%, de óxidos de nitrógeno con el 70.5% y de hidrocarburos con el 43%. Los vehículos particulares son los mayores contribuyentes, en la zona metropolitana del valle de México (ZMVM)

se estimó que para 1998 las fuentes móviles contribuyeron con 2 millones de toneladas de partículas contaminantes.

El sector energético tiene un papel decisivo en la economía mexicana ya que es en gran medida el que sustenta el desarrollo económico en México, dando empleos a los mexicanos (300 000 trabajadores). A nivel mundial, México ocupa la sexta posición en la producción de petróleo con 3 383 millones de barriles diarios (PEMEX, 2005) por detrás de Arabia Saudita, Rusia, EE UU, Irán y China, y es la onceava potencia productora de gas natural.

La demanda nacional de barriles de petróleo crudo fue de 1 308 000 t solo en los años de 1994 y 2004, registrando un crecimiento del 3.1% en 2004 con respecto al 2003, el sector transporte es el principal consumidor de petrolíferos estimándose en 62.8% en 2004, 5.8% más que en 2003, en segundo lugar se encuentra el sector eléctrico con una participación del 22.7%.

Problemática de la energía en México

Dos de los principales problemas de la situación energética actual de México son: la creciente dependencia de productos de petróleo terminados en el exterior y la escasa diversificación de la oferta energética. Por un lado, existe una demanda creciente de productos energéticos terminados que el país es incapaz de cubrir únicamente con su producción nacional, de hecho existe una situación de excedente de energía primaria (crudo), pero una falta de energéticos terminados (para uso doméstico, gasolinas, etc.), que deben ser importados. La principal causa es la falta de inversión para aumentar la capacidad de refinación del país.

La falta de diversificación de la oferta energética es también preocupante. Según cifras de 2004, el 90% del consumo de energía primaria corresponde a los hidrocarburos y entre ellos casi el 72% al petróleo crudo. La producción total de energía primaria se situó en 10 333 774 joules (J), 2.6% más que en 2003 (Secretaría de Energía, 2005). En contraste, las energías renovables tienen un rol marginal. La biomasa (que incluye leña y bagazo de caña) ocupó únicamente un 3.4% de la oferta energética. Con excepción de la hidroenergía, otras fuentes de energía renovable como la geotermia o energía eólica participaron en un pequeño porcentaje en la producción de electricidad primaria.

De ahí la importancia en el uso de las energías renovables y la participación en la investigación para la explotación de estas, principalmente el uso de combustibles como son el biodiesel, biogás y bioetanol, también llamados biocombustibles.

Biocombustibles

Se considera biocombustible a todo aquel combustible de origen biológico, es decir obtenido a partir de materia orgánica no fósil. Una ventaja de los biocombustibles con respecto a los combustibles fósiles, es la mayor distribución geográfica de la materia prima es decir que la materia que se requiere para producir los biocombustibles se encuentran en todos los países lo que representa una posible autosuficiencia de los países en la elaboración de su combustible con estos materiales (Hagerdal *et al.*, 2003) En estudios recientes se considera a los biocombustibles como menores generadores de gases de efecto invernadero a la atmósfera comparado con los combustibles fósiles. La materia prima para la elaboración de biocombustibles es muy variada, pero toda ella de origen biológico.

Aspectos generales del bioetanol

Bioetanol

Los residuos generados por la industria de jugos representan un alto porcentaje en la generación de residuos orgánicos a nivel nacional. Dichos residuos contienen una gran cantidad de azúcares, por lo anterior su uso para producir etanol representa al mismo tiempo una opción para el tratamiento y minimización de estos residuos.

Son muchas las razones por las cuales se puede pensar en etanol como combustible, por ejemplo: puede ser producido de cualquier tipo de biomasa, por lo cual el acceso a materia prima es prácticamente ilimitado y su emisión a la atmósfera en lo que respecta a CO₂ es prácticamente cero (Ohgren *et al.*, 2006). El bioetanol es un combustible alternativo atractivo por el hecho de ser

un recurso renovable capaz de proporcionar oxígeno en el proceso de combustión, así como por las bajas reducciones de contaminantes que se emiten a la atmósfera (Hansen *et al.*, 2004).

Algunos factores a considerar en la sustitución de bioetanol en motores de combustión interna, principalmente de automóviles es la temperatura y volumen de la mezcla requerida en un determinado tipo de motor, la viscosidad, lubricidad, así como el rendimiento comparado con la gasolina, con respecto a las emisiones emitidas, trabajos recientes reportan una reducción de partículas del 20 al 27% y 30 a 41% para mezclas de 10 y 15% de etanol/combustible respectivamente además de una reducción substancial en lo que respecta a otros contaminantes como son dióxido de carbono(CO), hidrocarburos totales (THC) y óxidos de nitrógeno(NOx) (Hansen *et al.*, 2004).

Sin embargo se han comparado las emisiones contaminantes en vehículos que utilizan etanol como combustible, principalmente en Brasil ya que este es el mayor productor de etanol, la evaluación se ha llevado a cabo desde 1980, hasta el año 1995, en el siguiente Cuadro se presentan los resultados obtenidos en estos años.

Cuadro 1. Contaminantes emitidos en mezclas de gasolina/etanol.

Año	Combustible	Contaminante (g/Km.)			
		CO	HC	Nox	Aldehídos
1980	gasolina	54	4,7	1,2	0,05
1986	Gasolina/etanol	22	2	1,9	0,04
	Etanol	6	1,6	1,8	0,11
1990	Gasolina/etanol	13,3	1,4	1,4	0,04
	Etanol	10,8	1,3	1,2	0,11
1995	Gasolina/etanol	4,7	0,6	0,6	0,025
	Etanol	4,6	0,7	0,7	0,042

Fuente: Vargas (2000)

Se han comparado algunas propiedades que presenta el etanol con respecto a la gasolina, en el siguiente cuadro se presenta un resumen de las principales características.

Cuadro 2. Propiedades comparativas entre el etanol y la gasolina.

Propiedad	gasolina	etanol
calor específico (kJ/Kg)	34 900	26 700
número de octano (RON/MON)	91/80	109/98
calor latente de vaporización (KJ/kg)	376 - 502	903
temperatura de ignición (°C)	220	420
relación estequiometrica aire/gasolina	14,4	9

Fuente: Vargas (2000)

Materias primas

Las materias primas que se utilizan para la elaboración de etanol son aquellas ricas en azúcares, celulosa y almidón, de esta manera, el etanol se elabora principalmente de caña de azúcar, maíz y trigo, donde los azúcares se someten a una fermentación, utilizando principalmente la levadura *Saccharomyces cerevisiae* para este proceso. En este trabajo se utilizará *Saccharomyces C.* En el Cuadro 3 se muestra las diferentes materias primas de la producción de etanol a partir de diferentes productos básicos.

Cuadro 3. Posibles materias primas para la producción de etanol.

PRODUCTO	EJEMPLOS
Azúcares	Sacarosa de productos sacáridos:
	caña de azúcar, remolacha, sorgo dulce
	Granos de cereales: maíz, cebada, trigo, sorgo
Almidón	Productos procesados: harina de trigo, cascarilla de maíz
	Raíces almidonadas: yuca, papa, camote,
	Residuos de lignina y celulosa :aserrín, paja, residuos boscosos, residuos agrícolas, lejía celulosa
Celulosa	Residuos urbanos e industriales: papel, fracciones celulósicas

Fuente: Secretaria de energía (2006)

En algunos países la producción de etanol se da de acuerdo a las materias primas que se tienen en la región, por ejemplo Brasil que es el principal productor del mundo y genera el combustible a partir de caña de azúcar. EE UU lo genera a través de maíz y Tailandia lo genera a partir de yuca. En los cuadros 4 y 5 se presenta un estudio realizado por la Secretaria de Energía (Secretaria de energía, 2006) donde se muestra el avance de algunos países en la producción de etanol así como las materias primas utilizadas en su producción, también se menciona la importancia de los subproductos en el

proceso de elaboración, la energía utilizada en su producción y el volumen de etanol obtenido.

Cuadro 4. Aspectos generales de las biomásas para la producción de etanol.

Cultivo	Conocimiento agronómico	Exigencia Edafológica	Tecnología	Posibilidad de integración productiva y uso de subproductos
Caña	Alto	alta	conocida y practicada(Brasil)	alta
Maíz	Alto	alta	conocida y practicada(EUA)	alta
Sorgo Dulce	Mediano	mediana	Conocida	mediana
Yuca	Limitado	baja	(Tailandia)	baja
Remolacha	Bajo	mediana	(Europa)	baja

Fuente: Secretaria de energía (2006)

Cuadro 5. Síntesis del proceso de la fabricación de etanol.

Materia prima	Proceso	Productividad (L etanol/ton)	Consumo energético	Otros productos
	miel pobre(c)	8,8	autosuficiente	112 kg. De azúcar
	miel rica(b)	17,1	autosuficiente	96 Kg. de azúcar
caña de azúcar	jugo directo	80	autosuficiente	menos relevante
	jugo directo mas hidrólisis	98	autosuficiente	menos relevante 321 kg. De granos secos
maíz	vía seca	398	Elec. 0,21KWH/L Comb. 10,2MJ/L	De destilería y solubles
sorgo	similar a caña	35	autosuficiente	menos relevante
yuca	similar a maíz	170	Comb. 26 a 31MJ/L	menos relevante
remolacha	similar a caña	86	Elec. 0,08KWH/L	51 kg de residuos

Fuente: Secretaria de energía (2006)

Como se puede ver la materia prima utilizada en la producción de etanol es aquella de la cual se puede extraer un alto contenido de azúcares, por lo tanto se pueden considerar todos aquellos polisacáridos de almacenamiento, los principales son la amilasa y la amilopectina, que juntos forman el almidón de las plantas (Mathews y Van, 2000), así como la celulosa contenida en plantas y los azúcares que se encuentran en la biomasa que es el patrón a considerar ya que los residuos de piña y mango aun contienen un alto contenido de azúcares.

Residuos orgánicos

El grupo Altex es un grupo de industrias que se dedican al procesado de frutas y verduras, dentro de este grupo se encuentra la industria Citrex que se encarga del procesado de piña y naranja. Por su parte, la industria Frexport también procesa piña, y lo hace en una época diferente a la de Citrex.

Esta empresa procesa naranja y piña en diferentes presentaciones; con la naranja realizan puré congelado, congelado individual, congelado en bloque, puré aséptico, para el caso de la piña se realiza, mermelada y jugo concentrado congelado.

El Cuadro 6 muestra la temporada del año en la cual se procesan diferentes frutas, por lo tanto es la temporada en la cual se generan los residuos de estas, considerando a la piña se puede observar que su procesado y por lo tanto la generación de residuos, de igual manera la naranja es el segundo residuo mas importante generado en el transcurso del año, por ello se consideró e estos dos para la realización del presente proyecto.

Cuadro 6. Generación de residuos del grupo Altex en el transcurso del año.

Frutas	Planta	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Limón persa	Citrex												
Naranja	Citrex												
Piña	Citrex												
Toronja blanca	Citrex												
Toronja Rosa	Citrex												
Toronja Roja	Citrex												
Mandarina	Citrex												
Fresa	Frexport												
Mango	Frexport												
Brócoli	Frexport												
Piña	Frexport												

Cáscara de piña

La asociación nacional de fabricantes de conservas reporta la composición de la cáscara de piña mostrada en el Cuadro 7 (Ramírez, 1980). Además el Cuadro 8 muestra la composición de la cáscara de piña.

Cuadro 7. Composición de cáscara de piña.

Componente	Porcentaje
Agua	
Proteínas	4,26%
materias grasas	6,88%
azúcares totales	23,30%
Celulosa	15,42%
Cenizas	3,15%

Fuente: Ramírez (1980)

Cáscara de naranja

Cuadro 8. Composición de cáscara de naranja.

Componente	g/100g cáscara
Humedad	3,31
Ceniza	4,84
Grasa	1,64
Proteína	5,07
fibra dietética total	49,78
Calcio	27,34*
Magnesio	8,64*
Zinc	0,38*
Acido ascórbico	16,25*
Carotenoides	2,25*

* = mg/100g muestra seca

Fuente: Rincón *Et al* (1996)

Microorganismo

El nombre de *Saccharomyces cerevisiae* proviene del griego *sákchar* σακχαρ-αρος (latín *saccharum*, azúcar) y *mykes* μυκης (hongo) y del latín *cerevisia* (cerveza). Este es un hongo ambiental ampliamente utilizado en la elaboración de cerveza, vino, pan y otros alimentos.

La ruta metabólica que sigue *Saccharomyces cerevisiae* para la obtención de etanol a partir de glucosa y fructosa se muestra en la Figura 1.

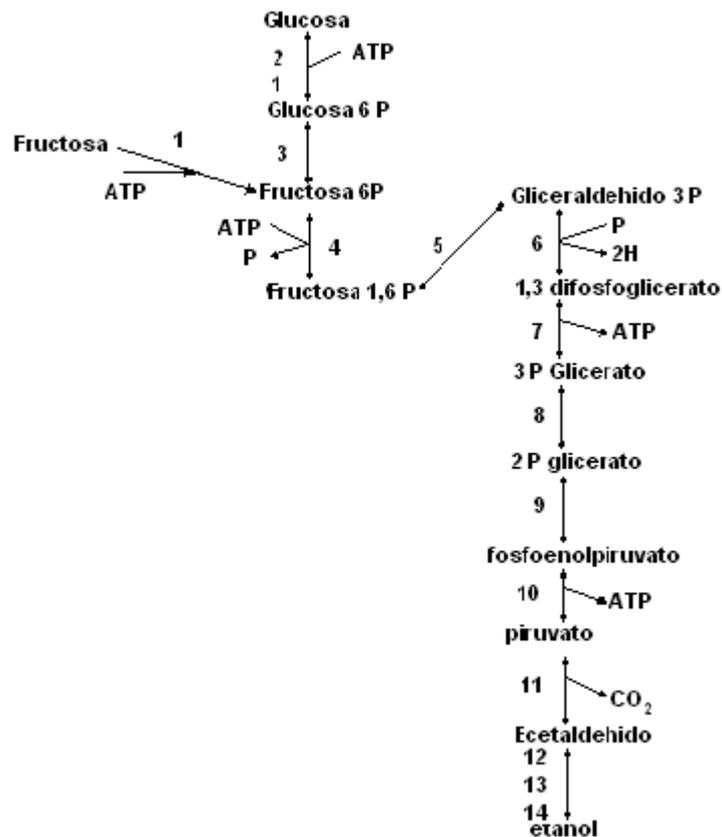


Figura 1. Vía metabólica de Embden -Meyerhof

Fuente: Harbor Laboratory 1982

Algunas enzimas que utiliza *Saccharomyces C.* para la obtención de etanol a partir de glucosa y fructosa son las siguientes:

1. Hexoquinasa
2. Glucoquinasa
3. Fructosabifosfatasa
4. Fructosabifosfatoaldolasa
5. Gliceraldehido 3 P deshidrogenada
6. Fosfogliceratomutasa
7. Enolasa
8. Alcoholes hidrogenasa

El proceso de fermentación que sigue este microorganismo es una parte importante en la elaboración de muchos alimentos, entre los cuales se puede mencionar la cerveza, el vino, el vinagre, los quesos, el pan y el yogurt.

De entre los procesos de fermentación se tiene la fermentación alcohólica y la fermentación láctica.

La fermentación alcohólica es el proceso por el cual los azúcares son convertidos en alcohol etílico. El proceso de fermentación alcohólica se puede establecer por la siguiente ecuación.



La levadura es un microorganismo mesofilo por lo cual su rango de temperatura óptimo se encuentra entre 13 a 35°C, ya que a temperaturas de 40 a 42 °C son consideradas como límite de su crecimiento y a temperaturas mayores de 54°C se logra la muerte del microorganismo; el rango de pH para el crecimiento de la mayoría de levaduras se encuentra entre 2.4 a 8.6 y el óptimo empieza en 4, para *Saccharomyces C.* el rango óptimo se encuentra entre 4 a 4.5 (Salinas, 2006).

JUSTIFICACIÓN

Actualmente se tiene la necesidad de encontrar combustibles alternos a los combustibles fósiles debido al decremento acelerado en las reservas de estos últimos. Una de las alternativas interesantes es el uso de bioetanol, el cual, actualmente se genera principalmente de productos que pueden canalizarse al consumo humano, es por ello que aquí se propone el aprovechamiento de los residuos orgánicos de la industria de procesado de frutas, principalmente cáscara de piña y naranja como materia prima en la obtención de bioetanol, lo cual representa el aprovechamiento de residuos y la obtención de biocombustible.

OBJETIVOS

Objetivo general:

- Evaluar la factibilidad para producir etanol a partir de residuos agroindustriales procedentes de una planta procesadora de frutas y verduras.

Objetivo específicos

1. Cuantificar la cantidad de azúcares presentes en la cáscara de piña y naranja.
2. Determinar el pretratamiento óptimo con el fin de obtener la mayor cantidad de azúcares, por medio de hidrólisis.
3. Analizar la producción de etanol utilizando *Saccharomyces cerevisiae*.
4. Cuantificar la presencia de etanol en el medio de fermentación utilizando la técnica fotoacústica.

MATERIALES Y METODOS

Metodología experimental

Pretratamiento

Molienda

Las muestras se trataron de la siguiente manera: la fruta se lavó, la cáscara fue removida y molida de dos maneras diferentes: con licuadora y mortero y con extractor de jugos.

a) Licuadora y mortero

Al observar que las muestras aún contenían fracciones gruesas después de ser molidas en licuadora estas se maceraron sin embargo las muestras aun contenían fracciones gruesas, por ello se decidió probar otro tipo de molienda.

b) Extractor de jugos

Las cáscaras se molieron en un extractor de jugos, y se separaron en dos fracciones, el bagazo y la pulpa.

Se evaluó la cantidad de azúcares presentes en la cáscara probando estos dos tipos de molienda.

Hidrólisis ácida

Al observar que la molienda con extractor presento una mayor cantidad de azúcares presentes, se procedió a realizar la hidrólisis a diferentes concentraciones de ácido clorhídrico, probando diferentes concentraciones de ácido, desde 15 a 35%, variando la temperatura en 90°C y 70°C.

Para la hidrólisis se tomó aproximadamente 5 gramos de cáscara, a la cual se le agregó un volumen de 4mL de solución ácida, con este volumen se cubrió completamente la muestra, posteriormente se dejó dentro de la estufa a 70 o 90°C durante media hora, después de este tiempo la muestra se sacó y se dejó enfriar, la muestra se disolvió en aproximadamente 20 mL de agua, se homogenizó y se filtró para eliminar el exceso de sólidos con el fin de obtener una solución líquida, de esta solución se tomó 1 mL y se mezcló con 3mL de DNS, se agitó en un vortex y posteriormente se calentó en baño María durante

5 min en ebullición, se dejó enfriar y se le agregaron 16 mL de agua, se leyó en el espectrofotómetro a 550nm.

En el proceso de la hidrólisis se lleva a cabo la liberación de azúcares debido a la reacción química siguiente (Larousse, 1990).

A partir de almidón o celulosa:



Para la celulosa n va desde 3000 a 5000.

Análisis estadístico

El análisis estadístico de los diferentes tratamientos se realizó con el programa SPSS 11.0. Se realizaron dos pruebas de ANOVA: la prueba de Dunnett para comparar las condiciones de hidrólisis con el control (tratamiento sin hidrólisis) y la prueba de Tukey la cual compara todos los tratamientos, esta prueba la utilizamos para analizar que condición de hidrólisis es la más favorable.

Determinación de glucosa y fructosa

La determinación de azúcares reductores se llevó a cabo por el método del reactivo DNS (3-5-dinitrosalicílico). Los estándares utilizados fueron glucosa y fructosa. La absorbancia se midió a 550 nm con un espectrofotómetro UV- VIS (UNICO 2100) (Fragoso *et al.*, 2003).

La determinación de azúcares se realizó de la siguiente manera: se mezclaron aproximadamente 5 gr de cáscara con 4mL de ácido clorhídrico (a diferentes concentraciones) se dejó durante 30min, a 90 o 70°C, se sacó la muestra y se dejó enfriar a temperatura ambiente, posteriormente se agregaron 20mL de agua destilada, se homogenizó y se filtró con gasa para eliminar el exceso de sólidos, de esta manera se obtuvo una solución líquida. Posteriormente se tomó 1mL de esta solución y se disolvió en 3 mL de DNS, a continuación, esta mezcla se calentó a baño maría durante 5 min en ebullición, se dejó enfriar y se le agregó 16 mL de agua para obtener 20 mL de solución, esta se lee en el espectrofotómetro a 550nm y se interpola con la curva tipo, para obtener la concentración de azúcares presentes en la cáscara.

La preparación del reactivo DNS se realizó mezclando los compuestos mostrados en el Cuadro 9. El Cuadro 10 muestra las proporciones de solución de azúcar, reactivo de DNS y agua destilada, para la curva tipo.

Cuadro 9. Contenido del reactivo DNS.

Reactivo	Cantidad
agua destilada	1416mL
ácido 3-5 DNS	10,6gr
NaOH	19,8gr
Tartrato de Na y K	306gr
Fenol	7,6mL
Metabisulfito de Na	8,3gr

Cuadro 10. Contenido de la curva tipo de glucosa y fructosa.

Reactivo	cantidad (mL)					
Solución de glucosa o fructosa	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
Reactivo de DNS	3	3	3	3	3	3
Agua destilada	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0

La concentración de las soluciones de glucosa y fructosa inicial fue de 2g/mL.

Viabilidad del microorganismo

Con el objeto de obtener un microorganismo joven y un mayor rendimiento en la fermentación se probó la viabilidad del cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*, esto se realizó de la siguiente manera:

Se prepararon tres matraces con aproximadamente 150 mL del medio de fermentación y se dejaron por 24, 48 y 72 hrs a 28°C y 120 rpm posteriormente se tomó 1 mL de cada matraz y se diluyó en 9 mL de solución salina (dilución 10^{-1}), de esta nueva solución se tomó 1 mL y nuevamente se diluyó en 9 mL de agua (dilución 10^{-2}), se preparó una solución de azul de metileno a una concentración de 0,1%, se tomó una muestra de esta solución y se mezcló con la dilución 10^{-2} en una relación 1:1 y se colocó en una cámara de Neubauer, donde se realizó el conteo, tomando como células viables aquellas que no presentaban tinción, y como no viables las teñidas.

Fermentación

El microorganismo utilizado fue *Saccharomyces cerevisiae* este microorganismo se obtuvo de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de biotecnología del IPN.

El medio de fermentación a utilizar se tomó a partir del utilizado por Abate *et al* (1996) la composición de este medio se muestra en el Cuadro 11, es importante mencionar que la composición de azúcar mostrada en el medio de fermentación es únicamente adicionada por las cáscaras de fruta. Se tomó únicamente la glucosa como punto de partida sin embargo el medio contiene una cantidad importante de fructosa, la cual se encuentra también en la cáscara.

Cuadro 11. Contenido del medio de fermentación.

Contenido	Cantidad (g/L)
Glucosa	100
Extracto de levadura	10
Peptona	5
KH ₂ PO ₄	1
(NH ₄)SO ₂	2
MgSO ₄ 7H ₂ O	1

Fuente: Abate *et al* (1996)

La temperatura que se manejó para la fermentación según Ikegamai *et al* (2000) es de 30°C, con agitación de 130rpm.

Se prepararon dos matraces con 150mL de medio (Cuadro 11) para permitir el crecimiento de las células (medio vegetativo) durante 48 horas, se observó que a este tiempo se obtiene una mayor cantidad de células viables, el objetivo de los medios vegetativos era el de obtener células para inocular los medios de fermentación.

Se prepararon otros 6 matraces con 150mL de medio (Cuadro 11) pero sin agregar la fuente de carbono (glucosa) ya que esta fue sustituida por cáscara de naranja o piña en la misma proporción, como fuente de nitrógeno se agregó peptona de caseína y extracto de levadura, además se agregaron otras sales necesarias para las células, con el objeto de probar la transformación de glucosa de las cáscaras a etanol, agregando en 3 la cantidad de 15g de glucosa a partir de cáscara de naranja y 3 a partir de cáscara de piña, los

medios se inocularon al 10% con los medios vegetativos, este medio se incubo durante 96 hrs a 30°C y 130rpm.

Durante la fermentación se monitorearon los siguientes parámetros: pH, azúcares reductores y concentración de etanol.

Determinación de pH

El pH fue medido con un potenciómetro Oakton 510.

Determinación de azúcares

La determinación de azúcares se realizó de la siguiente manera, la muestra se centrifugó a 5000 rpm durante 10 min, y posteriormente se tomó 1 mL para disolverse en 3 mL de DNS (ver determinación de glucosa y fructosa).

Determinación de etanol

La determinación de etanol se realizó por medio de la técnica fotoacústica basado en la difusividad térmica del alcohol.

La **técnica fotoacústica** consiste en la recepción de una señal fotoacústica que estará en función del grosor de la película de la muestra que se esta estudiando, para la determinación de la concentración de etanol en una muestra liquida se debe de tomar una cantidad especifica de esta, la cual se deposita en un contenedor, donde se le toman lecturas variando la distancia entre el emisor del láser y el receptor de la señal. El receptor de la señal es un micrófono (ver Figura 1) que se mueve a diferencias de 50 μm y a una frecuencia de 1Hz, este análisis permite obtener una serie de datos a los cuales se les realiza una regresión lineal, por medio de esta técnica es posible obtener la difusividad térmica con la siguiente ecuación:

$$\alpha = 3.1416 f / m^2$$

Donde f es la frecuencia a la cual se emite el diodo láser, m es la pendiente de la serie de datos que se obtiene a partir de una serie de mediciones a distintos grosores entre la emisión del láser y la recepción de este y el valor de 3.1416 corresponde al valor de π .

Los resultados de la aplicación de la ecuación anterior a las pendientes de las muestras de agua destilada y etanol han permitido obtener la difusividad térmica la cual comparada con la experimental presenta una muy ligera variación como se muestra en el Cuadro 12.

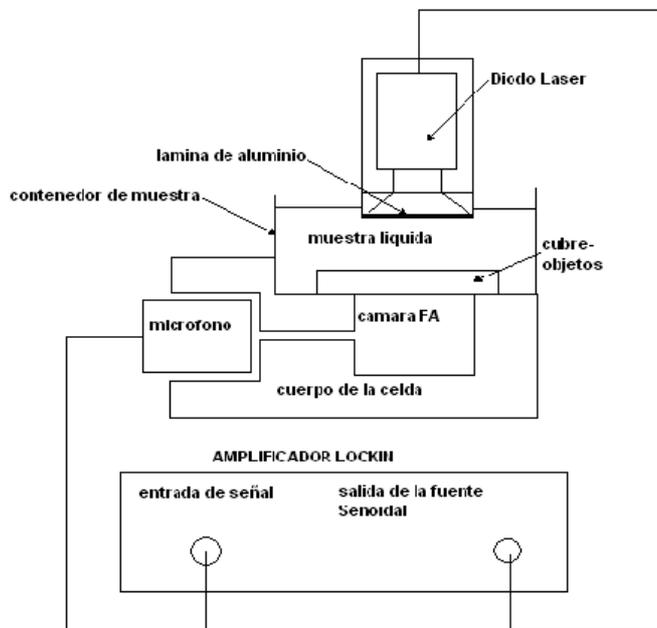


Figura 2. Diagrama del equipo para medir la concentración de etanol por la técnica fotoacústica.

Cuadro 12. Comparativa de difusión térmica.

Muestra	Difusividad térmica (cm ² /s)	
	Experimental	Teórica
agua destilada	0,001414	0,01437
etanol puro	0,000816	0,00089

Fuente: Salinas (2006)

Los datos mostrados en el Cuadro 12, permiten predecir un comportamiento decreciente de la difusividad térmica para las mezclas de etanol en agua destilada conforme aumenta la concentración de etanol en la muestra. De esta manera se puede comprobar la precisión de la técnica fotoacústica.

Es importante mencionar que se necesitó hacer una destilación para concentrar el alcohol, ya que la curva que se realizó de etanol es únicamente etanol-agua,

se trató de mantener la temperatura a 78.5°C, la cual es la temperatura de ebullición del etanol.

Se realizó la curva tipo a partir de diferentes soluciones de etanol siendo estas de 0.5, 1, 10, 15, 30%, midiendo por medio de la técnica fotoacústica la cantidad de alcohol. En el anexo B se muestra la curva tipo de etanol.

Se realizaron diferentes mediciones al medio de fermentación para comprobar si existía una variación representativa de los diferentes compuestos del medio de fermentación, ya que de no ser así, el medio podría ser medido directamente para determinar la cantidad de alcohol presente, sin embargo se observó que la difusividad era considerable, y por ello sería necesario la destilación de etanol del medio de fermentación.

RESULTADOS

Molienda

El objetivo del pretratamiento de los residuos fue reducir el tamaño de partícula para favorecer las reacciones químicas.

La Figura 3 muestra el contenido de azúcares presentes para la cáscara molida en licuadora y para la cáscara molida en extractor, como era de esperarse en el extractor se obtuvieron dos fracciones y estas eran mucho mas finas que las que únicamente se molieron en licuadora y mortero es por ello se obtuvo una mayor concentración de azúcares, debido a la liberación de azúcares al separar las fracciones, la figura 4 muestra la cantidad de azúcares totales para la cáscara molida en licuadora y para la cáscara molida en extractor (esta representada como la suma de los azúcares en el bagazo y en la pulpa). De acuerdo con estos resultados se decidió utilizar el extractor para realizar las hidrólisis, debido a que fue la mejor forma de reducir el tamaño.

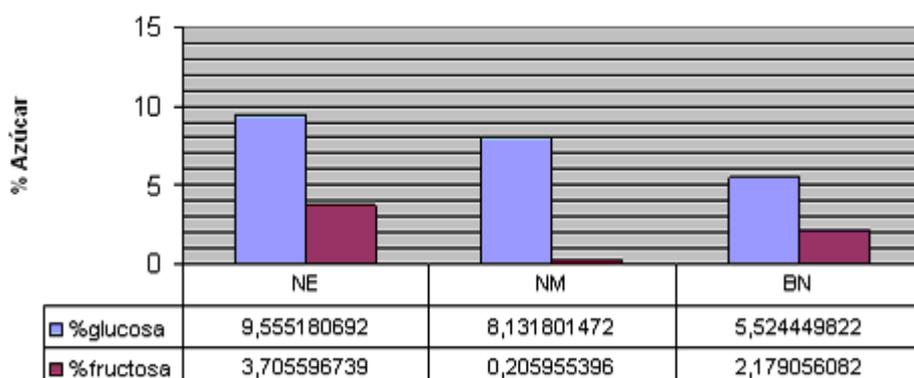


Figura 3. Resultados obtenidos a diferentes tipos de molienda (extractor y licuadora), donde las líneas claras muestran la concentración de glucosa y las líneas oscuras, la concentración de fructosa, donde NM es naranja molida en licuadora, BN es bagazo de naranja (extractor) y NE es pulpa de naranja (extractor)

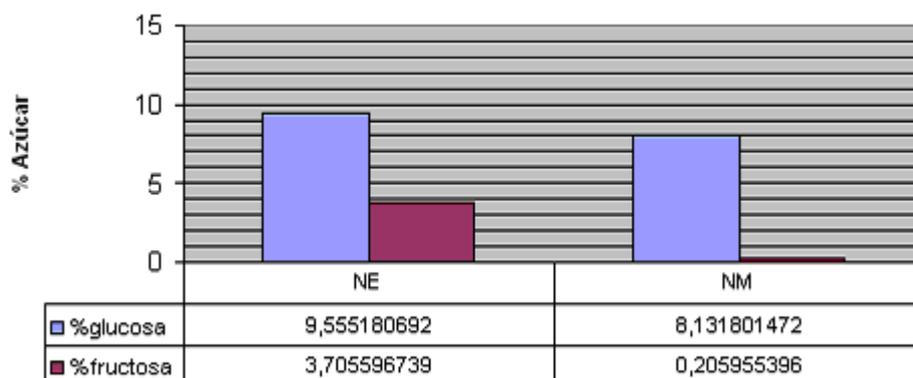


Figura 4. Resultados obtenidos a diferentes tipos de molida para la cáscara de naranja, Siendo las líneas claras la cantidad de glucosa y las obscuras la cantidad de fructosa, donde NE es naranja molida en extractor (BN+PN) y NM la naranja molida en licuadora

Hidrólisis

Como se puede observar la Figura 5 muestra la cantidad de azúcares liberados durante la hidrólisis a 70°C, siendo la mayor liberación de azúcares con una concentración de 35% de ácido clorhídrico, para el caso de la fructosa, a esta concentración de azúcar, la cantidad liberada es muy poca, considerando a la glucosa como única fuente de carbón y energía tomamos esta como la mejor a esta temperatura.

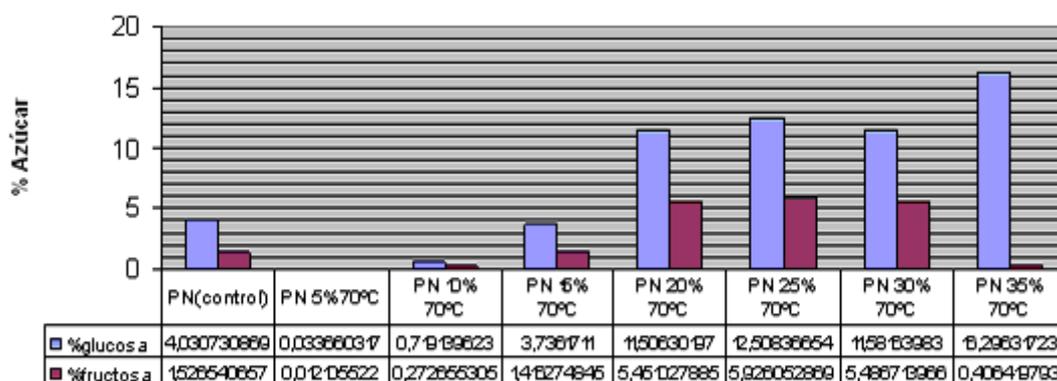


Figura 5. Porcentaje de azúcares cuantificados a diferentes condiciones, variando la concentración de ácido y manteniendo la temperatura a 70°C para la pulpa de naranja

La Figura 6 muestra las concentraciones de azúcares liberadas en la hidrólisis a diferentes concentraciones de ácido, para el bagazo de naranja, y como se observa la mayor cantidad de azúcar liberada es a 35% de ácido clorhídrico, pero por tener los datos muy similares se compararon estadísticamente estos y

al comparar el control con todas se observa el valor de α mayor a 0.05 lo cual indica que hay diferencia estadística entre el control y los resultados de las hidrólisis, pero cuando se comparan los diferentes tratamientos los valores de alfa indican que es igual hacerlo con 20, 25 y 30% de ácido clorhídrico, pero si hay diferencia al hacerlo con 35% de ácido, por lo cual se tomó la concentración de 35% como la óptima a esta temperatura para bagazo de naranja.

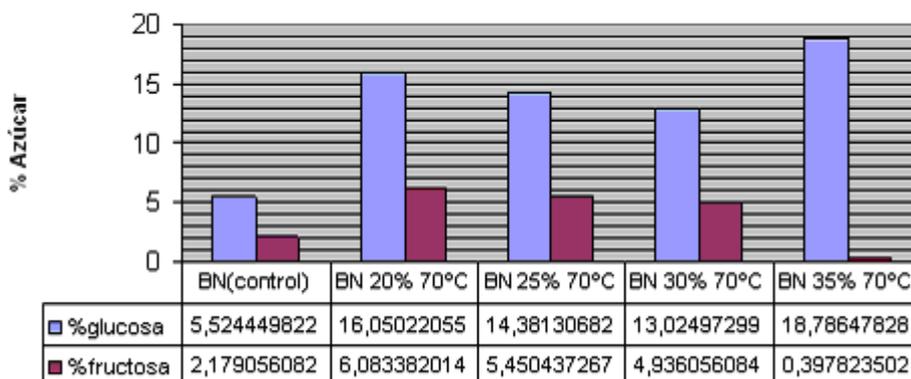


Figura 6. Porcentaje de azúcares cuantificados a diferentes condiciones, variando la concentración de ácido y manteniendo la temperatura a 70°C para el bagazo de naranja

La Figura 7 muestra la concentración de azúcares para la pulpa de naranja a 90°C y diferentes concentraciones de ácido, en este caso la tendencia no se ve claramente, por lo cual se comparo estadísticamente.

Los valores de alfa indican que en la hidrólisis daría igual si lo hacemos a una concentración de 15, 20, 25, 30, 35 % por lo cual se hizo a 15%

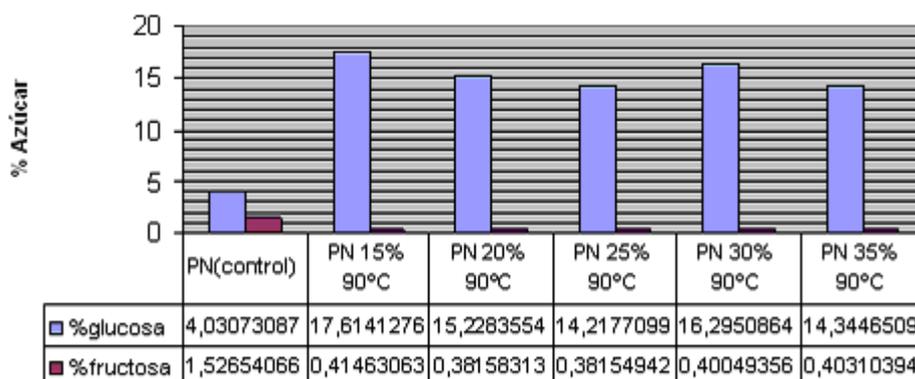


Figura 7. Porcentaje de azúcares cuantificados a diferentes condiciones, variando la concentración de ácido y manteniendo la temperatura a 90°C para la pulpa de naranja

La Figura 8 muestra la concentración de azúcares liberados a 90 °C para el bagazo de naranja a diferentes concentraciones de ácido y 90 °C, y como se puede observar la cantidad de azúcares liberados alcanza su máxima cantidad con un 20% de ácido clorhídrico por lo cual tomamos esta como el mejor tratamiento la obtención de glucosa.

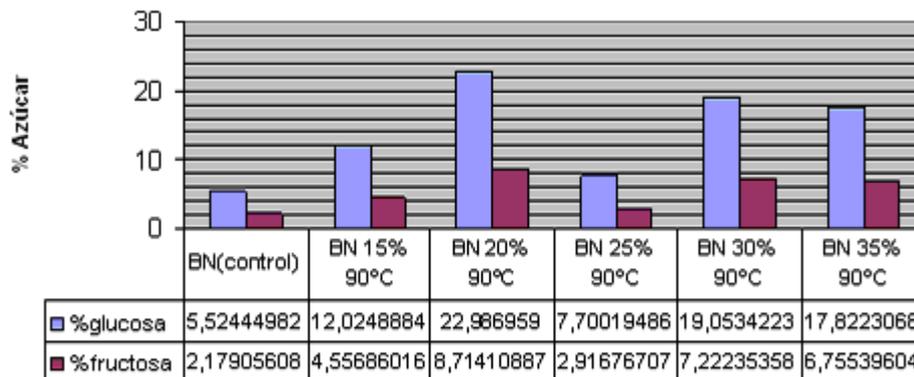


Figura 8. Porcentaje de azúcares cuantificados a diferentes condiciones, variando la concentración de ácido y manteniendo la temperatura a 90°C para el bagazo de naranja

La Figura 9 muestra los porcentajes de azúcares liberados para la cáscara de piña con diferentes tipos de molienda: a) molida en licuadora y b) molida en extractor. Al moler en extractor se obtienen dos fracciones (pulpa y bagazo), los cuales se muestran en la Figura 9, la Figura 10 muestra el porcentaje de azúcares totales como la suma del porcentaje de glucosa y fructosa en la molienda de extractor y en licuadora.

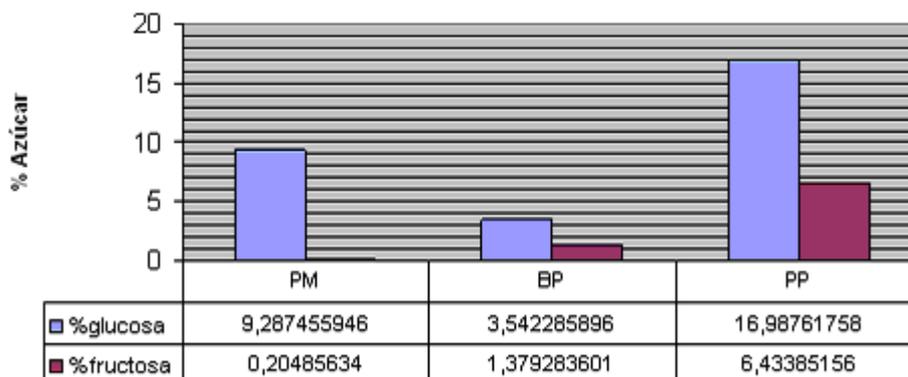


Figura 9. Resultados obtenidos a diferentes tipos de molienda (extractor y licuadora), donde las líneas claras muestran la concentración de glucosa y las líneas oscuras, la concentración de fructosa, donde PM es piña molida en licuadora, BP es bagazo de piña (extractor) y PP es pulpa de piña (extractor)

Se observó una mayor cantidad de azúcares cuando la molienda se realizó en extractor debido a que las fracciones encontradas eran mucho mas finas y los azúcares se encontraban libres en estas dos fracciones, por ello se decidió utilizar el extractor para moler en la hidrólisis.

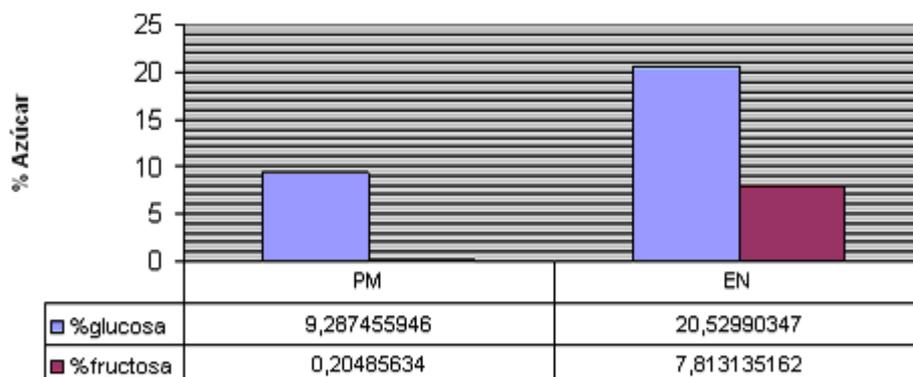


Figura 10. Resultados obtenidos a diferentes tipos de molienda para la cáscara de piña, Siendo las líneas claras la cantidad de glucosa y las oscuras la cantidad de fructosa, donde EN es piña molida en extractor (BP+PP) y PM la piña molida en licuadora

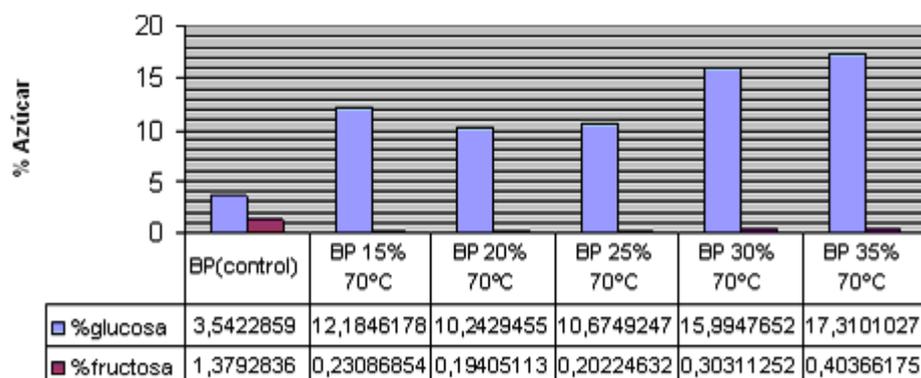


Figura 11. Porcentaje de azúcares cuantificados a diferentes condiciones, variando la concentración de ácido y manteniendo la temperatura a 70°C para el bagazo de piña

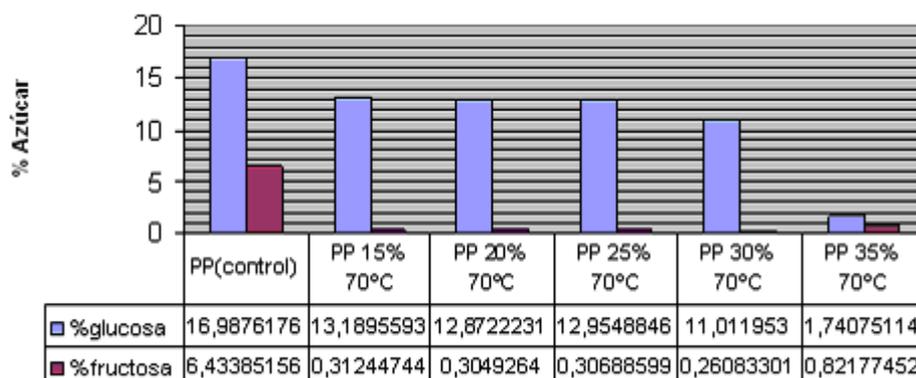


Figura 12. Porcentaje de azúcares cuantificados a diferentes condiciones, variando la concentración de ácido y manteniendo la temperatura a 70°C para la pulpa de piña

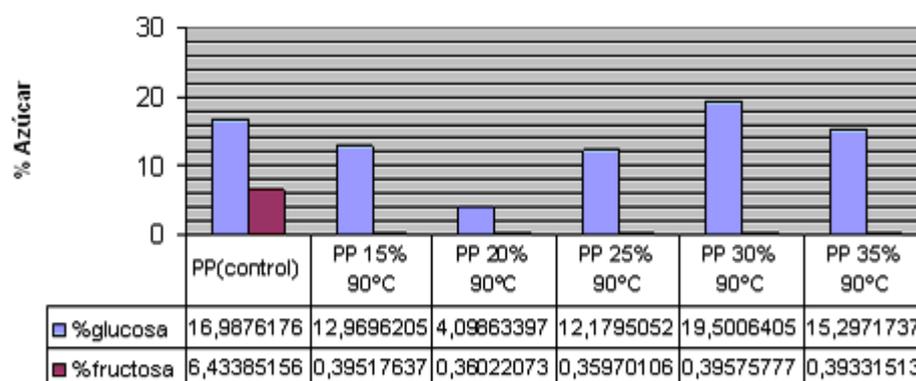


Figura 13. Porcentaje de azúcares cuantificados a diferentes condiciones, variando la concentración de ácido y manteniendo la temperatura a 90°C para pulpa de piña

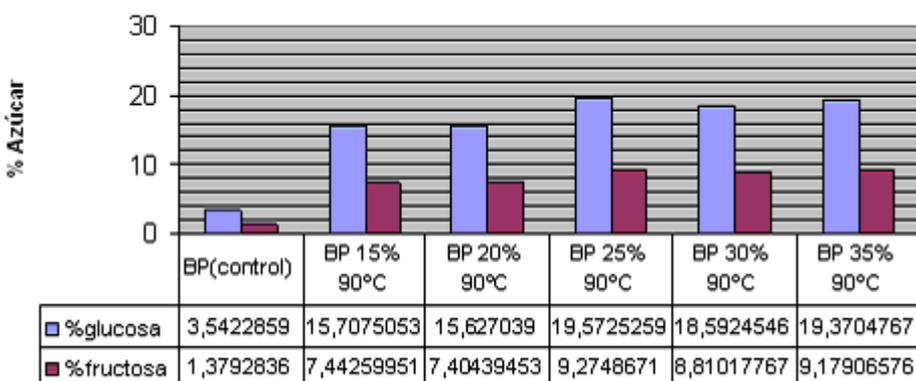


Figura 14. Porcentaje de azúcares cuantificados a diferentes condiciones, variando la concentración de ácido y manteniendo la temperatura a 90°C para el bagazo de piña

Viabilidad de células

El conteo de células en la cámara de niubauer dio los siguientes resultados tomando en cuenta que se tenía un volumen de 0.1 microlitros y se descartaban aquellas células que estuvieran teñidas de azul, tomando como viables únicamente las no teñidas.

Cuadro 13.- Determinación de células viables para *Saccharomyces cerevisiae*.

Horas	Dilución	Numero de células viables	Célula por litro
24	10^{-2}	25	250000
52	10^{-2}	31	310000
77	10^{-2}	17	170000

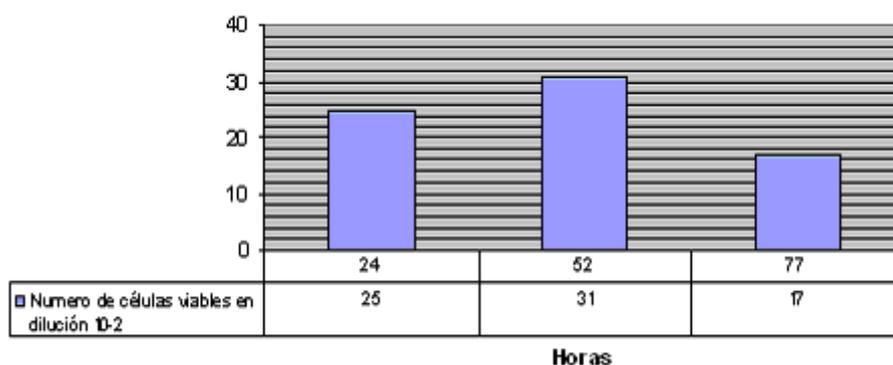


Figura 15. Numero de células viables en dilución 10^{-2} a diferentes horas de crecimiento

Fermentación

Se realizó una primera fermentación para verificar la degradación de la cáscara de piña y naranja, sin embargo se observó que después de realizar la hidrólisis el medio contenía ácido, lo cual provocó un aumento de la acidez del medio de fermentación, el cual no se reguló en este primer experimento, por lo cual no se logró obtener etanol ya que la bacteria no creció y por ello no se degradó la cáscara.

Se realizó una segunda fermentación en la cual se verificó el pH del medio buscando llegar entre 4 y 4.5 sin embargo para regular el pH del medio de fermentación fue necesario una gran cantidad de base (NaOH), aproximadamente 200mL de una solución 1M, 300mL de una solución 10M y 15 g de NaOH en tabletas para regular 300mL de medio.

Azúcares

Durante la fermentación se realizó la determinación de azúcares por medio de la técnica de DNS, se colocó un control el cual contenía como fuente de carbono y energía glucosa anhidra a una concentración de 100g/L (10%), el Cuadro 14 muestra los resultados de pH y azúcares determinados a diferentes tiempos, el Cuadro 15 muestra los resultados del control y el Cuadro 16 muestra los resultados para el medio con cáscara de piña, en la Figura 16 se muestra la degradación de la glucosa durante la fermentación.

Cuadro 14.- concentración de azúcar y pH durante la fermentación en el medio con cáscara de naranja.

Tiempo (hrs.)	% glucosa	% fructosa	pH
9	10,5528	4,0011	5
15	9,6266	3,6498	5
25	8,9974	3,4169	5
72	8,8126	3,2445	4
96	8,5579	2,9974	4

Cuadro 15.- Concentración de azúcar y pH durante la fermentación en el medio control (glucosa anhidra).

Tiempo (hrs.)	% glucosa	% fructosa	pH
9	9,6815	3,6707	5
15	1,7281	0,4439	5
25	0,2393	0,1788	4

Cuadro 16.- Concentración de azúcar y pH durante la fermentación en el medio con cáscara de piña

Tiempo (hrs.)	% glucosa	% fructosa	pH
9	8,1535	3,2928	5
15	8,1335	2,8715	5
25	7,5743	2,6859	5
72	6,7254	2,6613	4
96	3,7294	1,4134	4

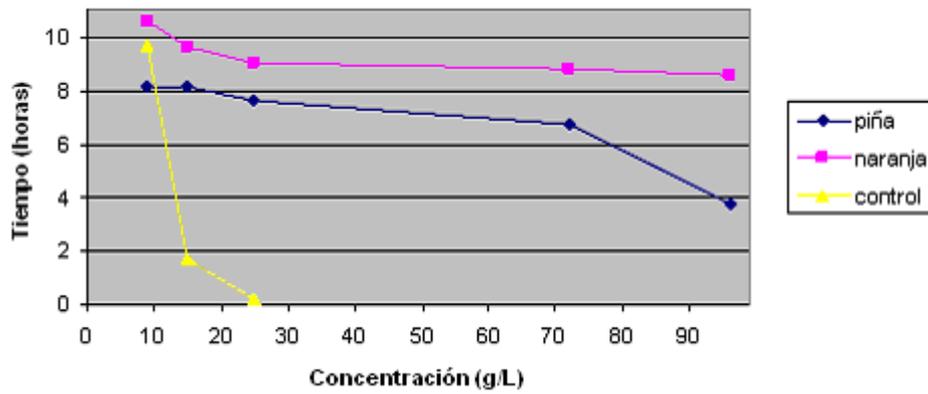


Figura 16. Degradación de glucosa durante la fermentación.

Se determino la concentración de etanol únicamente para el control (Glucosa anhidra) ya que de este se obtuvo un destilado, por medio de la técnica foto acústica, dando un valor de 8.9895% de etanol, lo cual concuerda con la concentración de azúcares inicial que era de 10% en el medio, durante la destilación de los medios que contenían cáscara de piña y naranja como fuente de carbono y energía, no fue posible determinarla ya que en la destilación no se obtuvo nada durante 50 min. de destilación a una temperatura de 77-80°C

DISCUSIÓN

Se observó que el tipo de molienda es muy importante ya que esta permite que los azúcares se encuentren mas disponibles, lo cual para este estudio es muy importante, de esta manera se determinó que la molienda con extractor de jugos permite una mayor cantidad de azúcares principalmente glucosa, lo cual es lógico ya que en la molienda con extractor obteníamos dos fracciones la pulpa y el bagazo.

Como se puede observar la hidrólisis libera una gran cantidad de azúcares de las cáscaras de piña y naranja, las cuales pueden ser utilizadas para producir etanol.

La mayor liberación de azúcares se encuentra a una temperatura de 90°C para la pulpa y el bagazo, para la pulpa de naranja es a una concentración de 15% de ácido, liberando casi 18% de glucosa; para la pulpa de piña es con una concentración de 25% liberando casi 20% de glucosa; para el Bagazo de naranja la mayor liberación de azucares ocurre con una concentración de 20% de ácido, liberando arriba del 20% de glucosa; para la pulpa de piña la mayor liberación de azucares ocurre a una concentración de 30% de ácido clorhídrico, llegando a casi 20% de glucosa.

Al cuantificar los azúcares se puede observar que la cantidad de fructosa disminuía en la hidrólisis, lo cual indica una perdida de fructosa debido talvez a una oxidación de fructosa por las condiciones acidas de la hidrólisis, de la misma manera se observó el efecto contrario para la glucosa ya que esta aumentaba posterior a hidrólisis, debido a la liberación de glucosa de la celulosa o almidón presente en la cáscara de piña.

La cantidad que se requiere de cáscara tanto de piña como de naranja es considerable para obtener la cantidad necesaria de azúcar y realizar una fermentación (aproximadamente 500g). Para el medio con cáscara de piña el medio es liquido sin embargo para el medio con cáscara de naranja el medio es semisólido lo cual dificulta su homogenización.

La hidrólisis se realizó con acido clorhídrico por lo cual al finalizar esta el pH bja hasta 0.5, por lo tanto se requiere de una gran cantidad de base para neutralizar la reacción, resultando inconveniente para el proceso de obtención

de etanol, la cantidad que se requirió para neutralizar el medio de fermentación fue de 15g de NaOH para 300 mL de medio de fermentación.

Al determinar la viabilidad del microorganismo en este caso *Saccharomyces cerevisiae* se pudo observar el crecimiento celular de esta durante 72 horas y se observó que a 48 horas se obtenía un mayor número de células viables, por lo cual se tomó este tiempo como el óptimo para crecer los medios vegetativos y de estos inocular a los medios de fermentación, es importante mencionar que las muestras se tomaron cada 24 horas, por lo cual los resultados no son tan precisos ya que podría existir un tiempo entre muestra y muestra en el cual hubiera una mayor cantidad de células viables.

Durante la fermentación se determinó la concentración de azúcares para los medios los cuales contenían cáscara de naranja, piña y glucosa anhidra como fuente de carbono y como se puede observar en las gráficas la concentración de azúcares para el control, muestra una reducción de glucosa del 90% a partir de las primeras 9 horas, mientras que la fermentación para cáscara de piña y naranja muestran una reducción del 40 y 20% hasta las 72 horas de fermentación. Debido principalmente a la disponibilidad de glucosa en los medios con cáscara de piña y naranja.

Esto provoca una problemática para la obtención de etanol ya que el tiempo requerido es de más del doble para la degradación en las cáscaras de piña que para las cáscaras de piña y naranja comparadas con el control.

Se realizó una destilación después del tiempo de fermentación, sin embargo para los medios que contenían cáscara de naranja y cáscara de piña como fuente de carbono y energía no se destiló nada de etanol, la destilación se dejó por 50 min. a 78°C, bajo las mismas condiciones se realizó la destilación del medio de fermentación que contenía glucosa anhidra como fuente de carbono y energía (control), y de este fue posible cuantificar la concentración de alcohol.

Lo anterior puede estar ocurriendo debido a reacciones de las diferentes sustancias presentes en el medio ya que la cáscara además de azúcares contiene más sustancias presentes, tal vez la vía de degradación este variando o el etanol presente esta reaccionando con algún compuesto presente.

Como se puede observar la variación de pH es muy poca para los tres medios de fermentación variando únicamente uno en la escala de pH a las 72 horas de fermentación.

CONCLUSIONES

Se cuantificó la cantidad de azúcares presentes en la cáscara de naranja y de piña, siendo aproximadamente de 0.20g de glucosa/g de cáscara para cada fracción de cáscara (bagazo y pulpa),

Se determinó un pretratamiento óptimo para obtener una mayor cantidad de azúcares, utilizando ácido clorhídrico, obteniendo los mejores resultados de la siguiente manera: para pulpa de naranja la concentración óptima de ácido es de 15% a 90°C obteniendo 17.6% de glucosa; para bagazo de naranja la concentración óptima de ácido es de 20% a 90°C obteniendo 22.9% de glucosa; para pulpa de piña la concentración óptima de ácido es de 30% a 90°C, obteniendo 19.5% de glucosa, para el bagazo de piña la concentración óptima es de ácido es de 25% a 90°C obteniendo 19.5% de glucosa.

En el proceso de fermentación después de la hidrólisis, se requiere gran cantidad de una sustancia alcalina para llevar el medio de fermentación de un pH de 0.5 a un pH de 4 (15 g de NaOH, para 300mL de medio de fermentación) esta cantidad de ácido pudo haber afectado la actividad metabólica de *Saccharomyces cerevisiae*.

En la destilación no se obtuvo nada de etanol para los medios con cáscara de naranja y piña, mientras que en el control si se obtuvo y se cuantificó la concentración de etanol siendo de 8,9%. Lo anterior se debió a que la fermentación de los azúcares que contenían cáscara como fuente de carbono, requirió de 3 a 4 veces mas tiempo para degradarse, comparados con el control. Por todo lo anterior se puede concluir que no es factible la producción de etanol, a partir de cáscaras de naranja y de piña.

La medición de la concentración de etanol se realizó por medio de la técnica fotoacustica, la cual resultó ser una técnica económica y fácil de realizar.

BIBLIOGRAFÍA

Abate C., Calleri D., Rodríguez E, Garro O.. 1996, Ethanol production by mixed culture of flocculent strain of *Zymomonas mobilis* and *Saccharomyces sp.* Appl. Microbiol Biotechnol (1996) 45:580-583

Fragoso Estrada Georgina, Sánchez Rico Rene, 2003, Análisis del proceso de producción de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida en trehalosa, informe Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de biotecnología, México DF

García G, Quintero M, 1993, Biotecnología alimentaria, editorial Limusa, 636 Páginas.

García O, marzo de 1995, apuntes sobre metodología para la determinación de gases de combustión de combustibles líquidos y gaseosos y contaminación ambiental, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria DE biotecnología, 82 Pág.

Guevara J, Mendoza C y Santos A, 2006 Elaboración y caracterización de polvo de cáscara de mango (*mangífera indica l.*), variedad bocado, como subproducto de enriquecimiento de otros alimentos Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Instituto Universitario de Tecnología Pascal.

Hagerdal B. Hanh, M. Galbe, M.F. Gorwa-Grauslund, G. Lidén and G. Zacchi, 2003, Bio-ethanol – the fuel of tomorrow from the residues of today, TRENDS in Biotechnology Vol.24 No.12 8 Pág.

Hansen C., Qin A, Peter L.,2004 Ethanol–diesel fuel blends—a review bioresource technology, Vol 22 No 16, 9 Pág.

Harbor Laboratory 1982, The molecular biology of the yeast *Saccharomyces*: metabolism and gene expression, 680 paginas.

Herrera S, 2006, Bonkers about biofuels, Nature Biotechnology 24; 755-760.

Ikegami T, Hiroshi Y, Dai K y Kengi H, 2000, Accelerated Ethanol Fermentation By *Saccharomyces cerevisiae* addition of activated carbon, Biotechnology letters 22:1661-1665;2000.

Kampa M. y Castanas E., 2008, Human health effects of air pollution, Environmental Pollution 151 362-367.

Larousse, 1990, enciclopedia metodica a color, tomo 6, tercera edicion, editorial Larousse 2180 paginas

Mathews K. Christopher, Van H., 2000, Bioquímica, Mc Graw Hill 1283 Páginas

Ohgren K, Andreas R, Mats G, Guido Z, 2006, Fuel ethanol production from steam-pretreated corn stover using SSF at higher dry matter content, Biomass and Bioenergy 30(2006) 863-869.

PEMEX, 2005 Anuario estadístico

Ramírez F, 1980, producción de levadura para consumo humano a partir de miel final y jugo de cáscara de piña mediante un proceso fermentativo por lote en comparación con uno de volumen variable y tratamiento de este para reducir su contenido de ácido nucleico, Tesis ESQUIE IPN, 169 paginas.

Rincón M., Vásquez A., Padilla F. C. 1996, composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*) cultivadas en Venezuela, Unidad de Análisis de Alimentos, Facultad de Farmacia Universidad Central de Venezuela

Salinas A, Maria G, 2006, evaluación de un proceso de fermentación alcohólica por medio de técnicas fotoacusticas, informe técnico, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de biotecnología.

SEMARNAT (Secretaria de medio ambiente y recursos naturales), informe de la situación del medio ambiente en México 2002 compendio de estadísticas ambientales 2003. 275 Pág.

Secretaria de energía (SENER), noviembre 2006, potencialidad y viabilidad del uso del bioetanol y biodiesel para el transporte en México. Secretaria de energía.

Vargas A, Silver L, 2000, selección y evaluación de bacterias del genero *Basillus* Productoras de amilasas en cultivo sumergido, tesis digitales UNMSM

Anexo A

Curva tipo

Se realizó la curva tipo de azúcares y se determinó la ecuación de la curva por medio de una regresión lineal, la tabla 13 muestra los valores obtenidos, siendo las ecuaciones para los azúcares:

Glucosa $Y = 13,9501E-6 + 249,66829E-6 X$ **R=0.956410**

Fructosa $Y = 5,2469E-6 + 94,682E-6 X$ **R=0.997802**

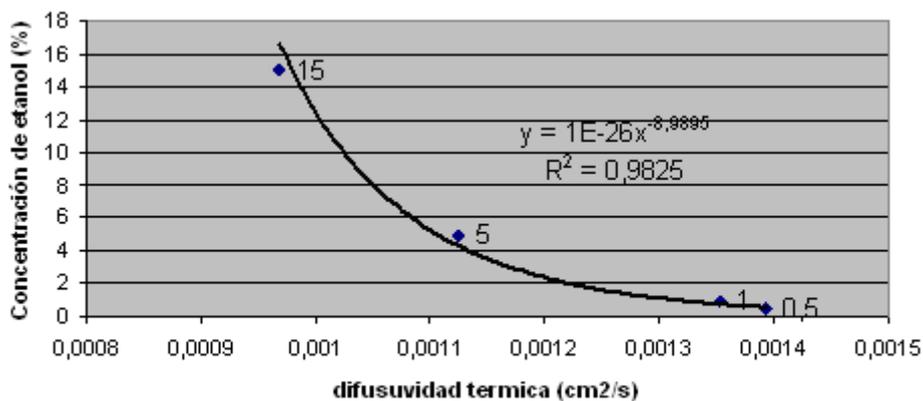
Tabla 13.- Curva tipo

GLUCOSA		FRUCTOSA	
absorbancia	Concentración(gr./ml)	absorbancia	concentración(gr./ml)
0	0	0	0
0,017	16,66*10E-6	0,1109	20*10E-6
0,043	33,33*10E-6	0,371	40*10E-6
0,101	50*10E-6	0,532	60*10E-6
0,202	66,66*10E-6	0,82	80*10E-6
0,303	83,33*10E-6	1,004	100*10E-6
0,155	53,72*10E-6	1,223	122,54*10E-6
0,16	55,09*10E-6	1,215	120,28*10E-6

Anexo B

Se realizó la curva tipo de etanol considerando la concentración de etanol en porcentaje, la tabla siguiente presenta los valores para la regresión lineal.

Dando la ecuación de la siguiente manera: $y = 1E-26x^{-8,9895}$ y un valor de $R^2 = 0,9825$



Gráfica 15.- Curva tipo de etanol

ANEXO C

Análisis estadístico

Fructosa en bagazo de naranja a 70°C

ANOVA

fructosa					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,003	3	,001	16,253	,003
Within Groups	,000	6	,000		
Total	,003	9			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: fructosa

	(I) ácido	(J) ácido	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	PN 20% 70°C	PN 25% 70°C	,00633	,00753	,834	-,0197	,0324
		PN 30% 70°C	,01147	,00753	,480	-,0146	,0375
		BN(control)	,03904*	,00652	,004	,0165	,0616
	PN 25% 70°C	PN 20% 70°C	-,00633	,00753	,834	-,0324	,0197
		PN 30% 70°C	,00514	,00753	,900	-,0209	,0312
		BN(control)	,03271*	,00652	,010	,0101	,0553
	PN 30% 70°C	PN 20% 70°C	-,01147	,00753	,480	-,0375	,0146
		PN 25% 70°C	-,00514	,00753	,900	-,0312	,0209
		BN(control)	,02757*	,00652	,021	,0050	,0501
	BN(control)	PN 20% 70°C	-,03904*	,00652	,004	-,0616	-,0165
		PN 25% 70°C	-,03271*	,00652	,010	-,0553	-,0101
		PN 30% 70°C	-,02757*	,00652	,021	-,0501	-,0050
Dunnnett t (2-sided) ^a	PN 20% 70°C	BN(control)	,03904*	,00652	,003	,0185	,0596
	PN 25% 70°C	BN(control)	,03271*	,00652	,006	,0122	,0533
	PN 30% 70°C	BN(control)	,02757*	,00652	,014	,0070	,0481

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Dunnnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

fructosa

	ácido	N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Tukey HSD ^{a,b}	BN(control)	4	,0218	
	PN 30% 70°C	2		,0494
	PN 25% 70°C	2		,0545
	PN 20% 70°C	2		,0608
	Sig.		1,000	,431

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,286.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Fructosa en bagazo de naranja a 90°C

ANOVA

fructosa

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,007	5	,001	6,447	,011
Within Groups	,002	8	,000		
Total	,009	13			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: fructosa

	(I) ácido	(J) ácido	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	BN 15% 90°C	BN 20% 90°C	-,02656	,01518	,540	-,0820	,0289
		BN 25% 90°C	-,00260	,01518	1,000	-,0581	,0529
		BN 30% 90°C	-,02186	,01518	,706	-,0773	,0336
		BN 35% 90°C	-,02525	,01518	,586	-,0807	,0302
		BN(control)	,03095	,01315	,275	-,0171	,0790
	BN 20% 90°C	BN 15% 90°C	,02656	,01518	,540	-,0289	,0820
		BN 25% 90°C	,02395	,01518	,632	-,0315	,0794
		BN 30% 90°C	,00470	,01518	,999	-,0508	,0602
		BN 35% 90°C	,00130	,01518	1,000	-,0542	,0568
		BN(control)	,05751*	,01315	,020	,0095	,1055
	BN 25% 90°C	BN 15% 90°C	,00260	,01518	1,000	-,0529	,0581
		BN 20% 90°C	-,02395	,01518	,632	-,0794	,0315
		BN 30% 90°C	-,01925	,01518	,794	-,0747	,0362
		BN 35% 90°C	-,02265	,01518	,678	-,0781	,0328
		BN(control)	,03356	,01315	,214	-,0145	,0816
	BN 30% 90°C	BN 15% 90°C	,02186	,01518	,706	-,0336	,0773
		BN 20% 90°C	-,00470	,01518	,999	-,0602	,0508
		BN 25% 90°C	,01925	,01518	,794	-,0362	,0747
		BN 35% 90°C	-,00339	,01518	1,000	-,0589	,0521
		BN(control)	,05281*	,01315	,031	,0048	,1008
BN 35% 90°C	BN 15% 90°C	,02525	,01518	,586	-,0302	,0807	
	BN 20% 90°C	-,00130	,01518	1,000	-,0568	,0542	
	BN 25% 90°C	,02265	,01518	,678	-,0328	,0781	
	BN 30% 90°C	,00339	,01518	1,000	-,0521	,0589	
	BN(control)	,05621*	,01315	,022	,0082	,1042	
BN(control)	BN 15% 90°C	-,03095	,01315	,275	-,0790	,0171	
	BN 20% 90°C	-,05751*	,01315	,020	-,1055	-,0095	
	BN 25% 90°C	-,03356	,01315	,214	-,0816	,0145	
	BN 30% 90°C	-,05281*	,01315	,031	-,1008	-,0048	
	BN 35% 90°C	-,05621*	,01315	,022	-,1042	-,0082	
Dunnnett t (2-sided) ^a	BN 15% 90°C	BN(control)	,03095	,01315	,170	-,0111	,0730
	BN 20% 90°C	BN(control)	,05751*	,01315	,010	,0154	,0996
	BN 25% 90°C	BN(control)	,03356	,01315	,128	-,0085	,0757
	BN 30% 90°C	BN(control)	,05281*	,01315	,016	,0107	,0949
	BN 35% 90°C	BN(control)	,05621*	,01315	,011	,0141	,0983

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Dunnnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

fructosa

ácido	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Tukey HSD ^{a,b} BN(control)	4	,0218	
BN 15% 90°C	2	,0527	,0527
BN 25% 90°C	2	,0553	,0553
BN 30% 90°C	2	,0746	,0746
BN 35% 90°C	2		,0780
BN 20% 90°C	2		,0793
Sig.		,051	,500

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,182.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Glucosa en bagazo de naranja a 70°C

ANOVA

glucosa					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,020	3	,007	16,216	,003
Within Groups	,002	6	,000		
Total	,023	9			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: glucosa

(I) ácido	(J) ácido	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
					Lower Bound	Upper Bound	
Tukey HSD	BN 20% 70°C	BN 25% 70°C	,01669	,02037	,844	-,0538	,0872
		BN 30% 70°C	,03025	,02037	,499	-,0403	,1008
		BN(control)	,10526*	,01764	,004	,0442	,1663
	BN 25% 70°C	BN 20% 70°C	-,01669	,02037	,844	-,0872	,0538
		BN 30% 70°C	,01356	,02037	,906	-,0570	,0841
		BN(control)	,08857*	,01764	,010	,0275	,1496
	BN 30% 70°C	BN 20% 70°C	-,03025	,02037	,499	-,1008	,0403
		BN 25% 70°C	-,01356	,02037	,906	-,0841	,0570
		BN(control)	,07501*	,01764	,021	,0139	,1361
	BN(control)	BN 20% 70°C	-,10526*	,01764	,004	-,1663	-,0442
		BN 25% 70°C	-,08857*	,01764	,010	-,1496	-,0275
		BN 30% 70°C	-,07501*	,01764	,021	-,1361	-,0139
Dunnett t (2-sided) ^a	BN 20% 70°C	BN(control)	,10526*	,01764	,003	,0496	,1609
	BN 25% 70°C	BN(control)	,08857*	,01764	,006	,0330	,1442
	BN 30% 70°C	BN(control)	,07501*	,01764	,014	,0194	,1306

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

glucosa

ácido	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Tukey HSD ^{a,b} BN(control)	4	,0552	
BN 30% 70°C	2		,1302
BN 25% 70°C	2		,1438
BN 20% 70°C	2		,1605
Sig.		1,000	,450

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,286.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Glucosa en bagazo de naranja a 90°C

ANOVA

glucosa					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,053	5	,011	6,584	,010
Within Groups	,013	8	,002		
Total	,066	13			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: glucosa

	(I) ácido	(J) ácido	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	BN 15% 90°C	BN 20% 90°C	-,07002	,04023	,545	-,2170	,0770
		BN 25% 90°C	-,00687	,04023	1,000	-,1538	,1401
		BN 30% 90°C	-,05764	,04023	,710	-,2046	,0893
		BN 35% 90°C	-,06659	,04023	,590	-,2136	,0804
		BN(control)	,08392	,03484	,257	-,0434	,2112
	BN 20% 90°C	BN 15% 90°C	,07002	,04023	,545	-,0770	,2170
		BN 25% 90°C	,06316	,04023	,636	-,0838	,2101
		BN 30% 90°C	,01239	,04023	,999	-,1346	,1594
		BN 35% 90°C	,00343	,04023	1,000	-,1435	,1504
		BN(control)	,15395*	,03484	,019	,0267	,2812
	BN 25% 90°C	BN 15% 90°C	,00687	,04023	1,000	-,1401	,1538
		BN 20% 90°C	-,06316	,04023	,636	-,2101	,0838
		BN 30% 90°C	-,05077	,04023	,797	-,1977	,0962
		BN 35% 90°C	-,05972	,04023	,682	-,2067	,0873
		BN(control)	,09079	,03484	,200	-,0365	,2181
	BN 30% 90°C	BN 15% 90°C	,05764	,04023	,710	-,0893	,2046
		BN 20% 90°C	-,01239	,04023	,999	-,1594	,1346
		BN 25% 90°C	,05077	,04023	,797	-,0962	,1977
		BN 35% 90°C	-,00895	,04023	1,000	-,1559	,1380
		BN(control)	,14156*	,03484	,029	,0143	,2688
BN 35% 90°C	BN 15% 90°C	,06659	,04023	,590	-,0804	,2136	
	BN 20% 90°C	-,00343	,04023	1,000	-,1504	,1435	
	BN 25% 90°C	,05972	,04023	,682	-,0873	,2067	
	BN 30% 90°C	,00895	,04023	1,000	-,1380	,1559	
	BN(control)	,15051*	,03484	,021	,0232	,2778	
BN(control)	BN 15% 90°C	-,08392	,03484	,257	-,2112	,0434	
	BN 20% 90°C	-,15395*	,03484	,019	-,2812	-,0267	
	BN 25% 90°C	-,09079	,03484	,200	-,2181	,0365	
	BN 30% 90°C	-,14156*	,03484	,029	-,2688	-,0143	
	BN 35% 90°C	-,15051*	,03484	,021	-,2778	-,0232	
Dunnnett t (2-sided) ^a	BN 15% 90°C	BN(control)	,08392	,03484	,157	-,0276	,1955
	BN 20% 90°C	BN(control)	,15395*	,03484	,009	,0424	,2655
	BN 25% 90°C	BN(control)	,09079	,03484	,118	-,0208	,2023
	BN 30% 90°C	BN(control)	,14156*	,03484	,015	,0300	,2531
	BN 35% 90°C	BN(control)	,15051*	,03484	,011	,0390	,2621

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Dunnnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

glucosa

ácido	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Tukey HSD ^{a,b} BN(control)	4	,0552	
BN 15% 90°C	2	,1392	,1392
BN 25% 90°C	2	,1460	,1460
BN 30% 90°C	2		,1968
BN 35% 90°C	2		,2058
BN 20% 90°C	2		,2092
Sig.		,274	,505

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,182.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Fructosa para bagazo de pina a 70°C

ANOVA

fructosa					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,000	5	,000	99,344	,000
Within Groups	,000	8	,000		
Total	,000	13			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: fructosa

	(I) ácido	(J) ácido	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	BP 15% 70°C	BP 20% 70°C	,00037	,00085	,997	-,0027	,0035
		BP 25% 70°C	,00029	,00085	,999	-,0028	,0034
		BP 30% 70°C	-,00072	,00085	,949	-,0038	,0024
		BP 35% 70°C	-,00173	,00085	,402	-,0048	,0014
		BP(control)	-,01148*	,00074	,000	-,0142	-,0088
	BP 20% 70°C	BP 15% 70°C	-,00037	,00085	,997	-,0035	,0027
		BP 25% 70°C	-,00008	,00085	1,000	-,0032	,0030
		BP 30% 70°C	-,00109	,00085	,787	-,0042	,0020
		BP 35% 70°C	-,00210	,00085	,240	-,0052	,0010
		BP(control)	-,01185*	,00074	,000	-,0145	-,0092
	BP 25% 70°C	BP 15% 70°C	-,00029	,00085	,999	-,0034	,0028
		BP 20% 70°C	,00008	,00085	1,000	-,0030	,0032
		BP 30% 70°C	-,00101	,00085	,833	-,0041	,0021
		BP 35% 70°C	-,00201	,00085	,271	-,0051	,0011
		BP(control)	-,01177*	,00074	,000	-,0145	-,0091
	BP 30% 70°C	BP 15% 70°C	,00072	,00085	,949	-,0024	,0038
		BP 20% 70°C	,00109	,00085	,787	-,0020	,0042
		BP 25% 70°C	,00101	,00085	,833	-,0021	,0041
		BP 35% 70°C	-,00101	,00085	,834	-,0041	,0021
		BP(control)	-,01076*	,00074	,000	-,0135	-,0081
BP 35% 70°C	BP 15% 70°C	,00173	,00085	,402	-,0014	,0048	
	BP 20% 70°C	,00210	,00085	,240	-,0010	,0052	
	BP 25% 70°C	,00201	,00085	,271	-,0011	,0051	
	BP 30% 70°C	,00101	,00085	,834	-,0021	,0041	
	BP(control)	-,00976*	,00074	,000	-,0124	-,0071	
BP(control)	BP 15% 70°C	,01148*	,00074	,000	,0088	,0142	
	BP 20% 70°C	,01185*	,00074	,000	,0092	,0145	
	BP 25% 70°C	,01177*	,00074	,000	,0091	,0145	
	BP 30% 70°C	,01076*	,00074	,000	,0081	,0135	
	BP 35% 70°C	,00976*	,00074	,000	,0071	,0124	
Dunnnett t (2-sided) ^a	BP 15% 70°C	BP(control)	-,01148*	,00074	,000	-,0138	-,0091
	BP 20% 70°C	BP(control)	-,01185*	,00074	,000	-,0142	-,0095
	BP 25% 70°C	BP(control)	-,01177*	,00074	,000	-,0141	-,0094
	BP 30% 70°C	BP(control)	-,01076*	,00074	,000	-,0131	-,0084
	BP 35% 70°C	BP(control)	-,00976*	,00074	,000	-,0121	-,0074

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Dunnnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

fructosa

ácido	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Tukey HSD ^{a,b} BP 20% 70°C	2	,0019	
BP 25% 70°C	2	,0020	
BP 15% 70°C	2	,0023	
BP 30% 70°C	2	,0030	
BP 35% 70°C	2	,0040	
BP(control)	4		,0138
Sig.		,209	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,182.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Fructosa para bagazo de piña a 90°C

ANOVA

fructosa

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,015	5	,003	121,162	,000
Within Groups	,000	8	,000		
Total	,015	13			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: fructosa

	(I) ácido	(J) ácido	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	BP 15% 90°C	BP 20% 90°C	,00038	,00495	1,000	-,0177	,0185
		BP 25% 90°C	-,01832*	,00495	,047	-,0364	-,0002
		BP 30% 90°C	-,01368	,00495	,164	-,0318	,0044
		BP 35% 90°C	-,01736	,00495	,061	-,0355	,0007
		BP(control)	,06063*	,00429	,000	,0450	,0763
	BP 20% 90°C	BP 15% 90°C	-,00038	,00495	1,000	-,0185	,0177
		BP 25% 90°C	-,01870*	,00495	,043	-,0368	-,0006
		BP 30% 90°C	-,01406	,00495	,148	-,0322	,0040
		BP 35% 90°C	-,01775	,00495	,055	-,0358	,0003
		BP(control)	,06025*	,00429	,000	,0446	,0759
	BP 25% 90°C	BP 15% 90°C	,01832*	,00495	,047	,0002	,0364
		BP 20% 90°C	,01870*	,00495	,043	,0006	,0368
		BP 30% 90°C	,00465	,00495	,925	-,0134	,0227
		BP 35% 90°C	,00096	,00495	1,000	-,0171	,0191
		BP(control)	,07896*	,00429	,000	,0633	,0946
	BP 30% 90°C	BP 15% 90°C	,01368	,00495	,164	-,0044	,0318
		BP 20% 90°C	,01406	,00495	,148	-,0040	,0322
		BP 25% 90°C	-,00465	,00495	,925	-,0227	,0134
		BP 35% 90°C	-,00369	,00495	,970	-,0218	,0144
		BP(control)	,07431*	,00429	,000	,0586	,0900
BP 35% 90°C	BP 15% 90°C	,01736	,00495	,061	-,0007	,0355	
	BP 20% 90°C	,01775	,00495	,055	-,0003	,0358	
	BP 25% 90°C	-,00096	,00495	1,000	-,0191	,0171	
	BP 30% 90°C	,00369	,00495	,970	-,0144	,0218	
	BP(control)	,07800*	,00429	,000	,0623	,0937	
BP(control)	BP 15% 90°C	-,06063*	,00429	,000	-,0763	-,0450	
	BP 20% 90°C	-,06025*	,00429	,000	-,0759	-,0446	
	BP 25% 90°C	-,07896*	,00429	,000	-,0946	-,0633	
	BP 30% 90°C	-,07431*	,00429	,000	-,0900	-,0586	
	BP 35% 90°C	-,07800*	,00429	,000	-,0937	-,0623	
Dunnnett t (2-sided) ^a	BP 15% 90°C	BP(control)	,06063*	,00429	,000	,0469	,0744
	BP 20% 90°C	BP(control)	,06025*	,00429	,000	,0465	,0740
	BP 25% 90°C	BP(control)	,07896*	,00429	,000	,0652	,0927
	BP 30% 90°C	BP(control)	,07431*	,00429	,000	,0606	,0880
	BP 35% 90°C	BP(control)	,07800*	,00429	,000	,0643	,0917

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Dunnnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

fructosa

ácido	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Tukey HSD ^{a,b} BP(control)	4	,0138		
BP 20% 90°C	2		,0740	
BP 15% 90°C	2		,0744	
BP 30% 90°C	2		,0881	,0881
BP 35% 90°C	2			,0918
BP 25% 90°C	2			,0927
Sig.		1,000	,125	,912

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,182.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Glucosa en bagazo de piña a 70°C

ANOVA

glucosa					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,047	5	,009	1991,606	,000
Within Groups	,000	8	,000		
Total	,047	13			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: glucosa

	(I) ácido	(J) ácido	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	BP 15% 70°C	BP 20% 70°C	,00037	,00216	1,000	-,0075	,0083
		BP 25% 70°C	,00029	,00216	1,000	-,0076	,0082
		BP 30% 70°C	-,00072	,00216	,999	-,0086	,0072
		BP 35% 70°C	-,17079*	,00216	,000	-,1787	-,1629
		BP(control)	-,03311*	,00187	,000	-,0400	-,0263
	BP 20% 70°C	BP 15% 70°C	-,00037	,00216	1,000	-,0083	,0075
		BP 25% 70°C	-,00008	,00216	1,000	-,0080	,0078
		BP 30% 70°C	-,00109	,00216	,995	-,0090	,0068
		BP 35% 70°C	-,17116*	,00216	,000	-,1791	-,1633
		BP(control)	-,03348*	,00187	,000	-,0403	-,0266
	BP 25% 70°C	BP 15% 70°C	-,00029	,00216	1,000	-,0082	,0076
		BP 20% 70°C	,00008	,00216	1,000	-,0078	,0080
		BP 30% 70°C	-,00101	,00216	,996	-,0089	,0069
		BP 35% 70°C	-,17108*	,00216	,000	-,1790	-,1632
		BP(control)	-,03340*	,00187	,000	-,0403	-,0266
	BP 30% 70°C	BP 15% 70°C	,00072	,00216	,999	-,0072	,0086
		BP 20% 70°C	,00109	,00216	,995	-,0068	,0090
		BP 25% 70°C	,00101	,00216	,996	-,0069	,0089
		BP 35% 70°C	-,17007*	,00216	,000	-,1780	-,1622
		BP(control)	-,03239*	,00187	,000	-,0392	-,0255
BP 35% 70°C	BP 15% 70°C	,17079*	,00216	,000	,1629	,1787	
	BP 20% 70°C	,17116*	,00216	,000	,1633	,1791	
	BP 25% 70°C	,17108*	,00216	,000	,1632	,1790	
	BP 30% 70°C	,17007*	,00216	,000	,1622	,1780	
	BP(control)	,13768*	,00187	,000	,1308	,1445	
BP(control)	BP 15% 70°C	,03311*	,00187	,000	,0263	,0400	
	BP 20% 70°C	,03348*	,00187	,000	,0266	,0403	
	BP 25% 70°C	,03340*	,00187	,000	,0266	,0403	
	BP 30% 70°C	,03239*	,00187	,000	,0255	,0392	
	BP 35% 70°C	-,13768*	,00187	,000	-,1445	-,1308	
Dunnnett t (2-sided) ^a	BP 15% 70°C	BP(control)	-,03311*	,00187	,000	-,0391	-,0271
	BP 20% 70°C	BP(control)	-,03348*	,00187	,000	-,0395	-,0275
	BP 25% 70°C	BP(control)	-,03340*	,00187	,000	-,0394	-,0274
	BP 30% 70°C	BP(control)	-,03239*	,00187	,000	-,0384	-,0264
	BP 35% 70°C	BP(control)	,13768*	,00187	,000	,1317	,1437

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Dunnnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

glucosa

ácido	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Tukey HSD ^{a,b} BP 20% 70°C	2	,0019		
BP 25% 70°C	2	,0020		
BP 15% 70°C	2	,0023		
BP 30% 70°C	2	,0030		
BP(control)	4		,0354	
BP 35% 70°C	2			,1731
Sig.		,993	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,182.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Glucosa en bagazo de piña a 90°C

ANOVA

glucosa

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,061	5	,012	110,116	,000
Within Groups	,001	8	,000		
Total	,062	13			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: glucosa

	(I) ácido	(J) ácido	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	BP 15% 90°C	BP 20% 90°C	,00080	,01052	1,000	-,0376	,0392
		BP 25% 90°C	-,03865*	,01052	,049	-,0771	-,0002
		BP 30% 90°C	-,02885	,01052	,168	-,0673	,0096
		BP 35% 90°C	-,03663	,01052	,063	-,0751	,0018
		BP(control)	,12165*	,00911	,000	,0884	,1549
	BP 20% 90°C	BP 15% 90°C	-,00080	,01052	1,000	-,0392	,0376
		BP 25% 90°C	-,03945*	,01052	,044	-,0779	-,0010
		BP 30% 90°C	-,02965	,01052	,152	-,0681	,0088
		BP 35% 90°C	-,03743	,01052	,057	-,0759	,0010
		BP(control)	,12085*	,00911	,000	,0876	,1541
	BP 25% 90°C	BP 15% 90°C	,03865*	,01052	,049	,0002	,0771
		BP 20% 90°C	,03945*	,01052	,044	,0010	,0779
		BP 30% 90°C	,00980	,01052	,927	-,0286	,0482
		BP 35% 90°C	,00202	,01052	1,000	-,0364	,0405
		BP(control)	,16030*	,00911	,000	,1270	,1936
	BP 30% 90°C	BP 15% 90°C	,02885	,01052	,168	-,0096	,0673
		BP 20% 90°C	,02965	,01052	,152	-,0088	,0681
		BP 25% 90°C	-,00980	,01052	,927	-,0482	,0286
		BP 35% 90°C	-,00778	,01052	,971	-,0462	,0307
		BP(control)	,15050*	,00911	,000	,1172	,1838
BP 35% 90°C	BP 15% 90°C	,03663	,01052	,063	-,0018	,0751	
	BP 20% 90°C	,03743	,01052	,057	-,0010	,0759	
	BP 25% 90°C	-,00202	,01052	1,000	-,0405	,0364	
	BP 30% 90°C	,00778	,01052	,971	-,0307	,0462	
	BP(control)	,15828*	,00911	,000	,1250	,1916	
BP(control)	BP 15% 90°C	-,12165*	,00911	,000	-,1549	-,0884	
	BP 20% 90°C	-,12085*	,00911	,000	-,1541	-,0876	
	BP 25% 90°C	-,16030*	,00911	,000	-,1936	-,1270	
	BP 30% 90°C	-,15050*	,00911	,000	-,1838	-,1172	
	BP 35% 90°C	-,15828*	,00911	,000	-,1916	-,1250	
Dunnnett t (2-sided) ^a	BP 15% 90°C	BP(control)	,12165*	,00911	,000	,0925	,1508
	BP 20% 90°C	BP(control)	,12085*	,00911	,000	,0917	,1500
	BP 25% 90°C	BP(control)	,16030*	,00911	,000	,1311	,1895
	BP 30% 90°C	BP(control)	,15050*	,00911	,000	,1213	,1797
	BP 35% 90°C	BP(control)	,15828*	,00911	,000	,1291	,1875

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Dunnnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

glucosa

ácido	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
Tukey HSD ^{a,b} BP(control)	4	,0354			
BP 20% 90°C	2		,1563		
BP 15% 90°C	2		,1571	,1571	
BP 30% 90°C	2		,1859	,1859	,1859
BP 35% 90°C	2			,1937	,1937
BP 25% 90°C	2				,1957
Sig.		1,000	,129	,051	,914

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,182.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Glucosa en pulpa de naranja a 70°C

ANOVA

glucosa

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,055	7	,008	402,781	,000
Within Groups	,000	10	,000		
Total	,055	17			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: glucosa

	(I) acido	(J) acido	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	PN 5% 70°C	PN 10% 70°C	-.00685	,00441	,765	-.0234	,0097
		PN 15% 70°C	-.03703*	,00441	,000	-.0536	-.0205
		PN 20% 70°C	-.11473*	,00441	,000	-.1313	-.0982
		PN 25% 70°C	-.12475*	,00441	,000	-.1413	-.1082
		PN 30% 70°C	-.11548*	,00441	,000	-.1320	-.0989
		PN 35% 70°C	-.16263*	,00441	,000	-.1792	-.1461
		PN(control)	-.03997*	,00382	,000	-.0543	-.0256
		PN 10% 70°C	PN 5% 70°C	,00685	,00441	,765	-.0097
	PN 15% 70°C		-.03017*	,00441	,001	-.0467	-.0136
	PN 20% 70°C		-.10787*	,00441	,000	-.1244	-.0913
	PN 25% 70°C		-.11789*	,00441	,000	-.1344	-.1014
	PN 30% 70°C		-.10863*	,00441	,000	-.1252	-.0921
	PN 35% 70°C		-.15577*	,00441	,000	-.1723	-.1392
	PN(control)		-.03312*	,00382	,000	-.0474	-.0188
	PN 15% 70°C		PN 5% 70°C	,03703*	,00441	,000	,0205
		PN 10% 70°C	,03017*	,00441	,001	,0136	,0467
		PN 20% 70°C	-.07770*	,00441	,000	-.0942	-.0612
		PN 25% 70°C	-.08772*	,00441	,000	-.1043	-.0712
		PN 30% 70°C	-.07845*	,00441	,000	-.0950	-.0619
		PN 35% 70°C	-.12560*	,00441	,000	-.1421	-.1091
		PN(control)	-.00295	,00382	,991	-.0173	,0114
		PN 20% 70°C	PN 5% 70°C	,11473*	,00441	,000	,0982
	PN 10% 70°C		,10787*	,00441	,000	,0913	,1244
	PN 15% 70°C		,07770*	,00441	,000	,0612	,0942
	PN 25% 70°C		-.01002	,00441	,388	-.0266	,0065
	PN 30% 70°C		-.00075	,00441	1,000	-.0173	,0158
	PN 35% 70°C		-.04790*	,00441	,000	-.0644	-.0314
	PN(control)		,07476*	,00382	,000	,0604	,0891
	PN 25% 70°C		PN 5% 70°C	,12475*	,00441	,000	,1082
		PN 10% 70°C	,11789*	,00441	,000	,1014	,1344
		PN 15% 70°C	,08772*	,00441	,000	,0712	,1043
		PN 20% 70°C	,01002	,00441	,388	-.0065	,0266
		PN 30% 70°C	,00927	,00441	,471	-.0073	,0258
		PN 35% 70°C	-.03788*	,00441	,000	-.0544	-.0213
		PN(control)	,08478*	,00382	,000	,0705	,0991
		PN 30% 70°C	PN 5% 70°C	,11548*	,00441	,000	,0989
	PN 10% 70°C		,10863*	,00441	,000	,0921	,1252
	PN 15% 70°C		,07845*	,00441	,000	,0619	,0950
	PN 20% 70°C		,00075	,00441	1,000	-.0158	,0173
	PN 25% 70°C		-.00927	,00441	,471	-.0258	,0073
	PN 35% 70°C		-.04715*	,00441	,000	-.0637	-.0306
	PN(control)		,07551*	,00382	,000	,0612	,0898
PN 35% 70°C	PN 5% 70°C		,16263*	,00441	,000	,1461	,1792
	PN 10% 70°C	,15577*	,00441	,000	,1392	,1723	
	PN 15% 70°C	,12560*	,00441	,000	,1091	,1421	
	PN 20% 70°C	,04790*	,00441	,000	,0314	,0644	
	PN 25% 70°C	,03788*	,00441	,000	,0213	,0544	
	PN 30% 70°C	,04715*	,00441	,000	,0306	,0637	
	PN(control)	,12266*	,00382	,000	,1083	,1370	
	PN(control)	PN 5% 70°C	-.03997*	,00382	,000	-.0256	-.0543
PN 10% 70°C		-.03312*	,00382	,000	-.0188	-.0474	
PN 15% 70°C		,00295	,00382	,991	-.0114	,0173	
PN 20% 70°C		-.07476*	,00382	,000	-.0891	-.0604	
PN 25% 70°C		-.08478*	,00382	,000	-.0991	-.0705	
PN 30% 70°C		-.07551*	,00382	,000	-.0898	-.0612	
PN 35% 70°C		-.12266*	,00382	,000	-.1370	-.1083	
Dunnnett t (2-sided) ^a		PN 5% 70°C	PN(control)	-.03997*	,00382	,000	-.0523
	PN 10% 70°C	PN(control)	-.03312*	,00382	,000	-.0454	-.0208
	PN 15% 70°C	PN(control)	-.00295	,00382	,963	-.0152	,0093
	PN 20% 70°C	PN(control)	,07476*	,00382	,000	,0625	,0870
	PN 25% 70°C	PN(control)	,08478*	,00382	,000	,0725	,0971
	PN 30% 70°C	PN(control)	,07551*	,00382	,000	,0632	,0878
	PN 35% 70°C	PN(control)	,12266*	,00382	,000	,1104	,1349

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Dunnnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

glucosa

acido	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
Tukey HSD ^{a,b} PN 5% 70°C	2	,0003			
PN 10% 70°C	2	,0072			
PN 15% 70°C	2		,0374		
PN(control)	4		,0403		
PN 20% 70°C	2			,1151	
PN 30% 70°C	2			,1158	
PN 25% 70°C	2			,1251	
PN 35% 70°C	2				,1630
Sig.		,739	,995	,355	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,133.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Fructosa en pulpa de naranja a 70°C

ANOVA

fructosa					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,010	7	,001	416,558	,000
Within Groups	,000	10	,000		
Total	,010	17			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: fructosa

	(I) ácido	(J) ácido	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	PN 5% 70°C	PN 10% 70°C	-,00261	,00181	,822	-,0094	,0042
		PN 15% 70°C	-,01404*	,00181	,000	-,0208	-,0072
		PN 20% 70°C	-,05439*	,00181	,000	-,0612	-,0476
		PN 25% 70°C	-,05914*	,00181	,000	-,0659	-,0523
		PN 30% 70°C	-,05475*	,00181	,000	-,0615	-,0479
		PN 35% 70°C	-,00394	,00181	,435	-,0107	,0029
		PN(control)	-,01514*	,00157	,000	-,0210	-,0093
	PN 10% 70°C	PN 5% 70°C	,00261	,00181	,822	-,0042	,0094
		PN 15% 70°C	-,01144*	,00181	,001	-,0182	-,0046
		PN 20% 70°C	-,05178*	,00181	,000	-,0586	-,0450
		PN 25% 70°C	-,05653*	,00181	,000	-,0633	-,0497
		PN 30% 70°C	-,05214*	,00181	,000	-,0589	-,0453
		PN 35% 70°C	-,00134	,00181	,993	-,0081	,0055
		PN(control)	-,01254*	,00157	,000	-,0184	-,0066
	PN 15% 70°C	PN 5% 70°C	,01404*	,00181	,000	,0072	,0208
		PN 10% 70°C	,01144*	,00181	,001	,0046	,0182
		PN 20% 70°C	-,04035*	,00181	,000	-,0471	-,0335
		PN 25% 70°C	-,04510*	,00181	,000	-,0519	-,0383
		PN 30% 70°C	-,04070*	,00181	,000	-,0475	-,0339
		PN 35% 70°C	,01010*	,00181	,004	,0033	,0169
		PN(control)	-,00110	,00157	,995	-,0070	,0048
	PN 20% 70°C	PN 5% 70°C	,05439*	,00181	,000	,0476	,0612
		PN 10% 70°C	,05178*	,00181	,000	,0450	,0586
		PN 15% 70°C	,04035*	,00181	,000	,0335	,0471
		PN 25% 70°C	-,00475	,00181	,251	-,0116	,0021
		PN 30% 70°C	-,00036	,00181	1,000	-,0072	,0064
		PN 35% 70°C	,05045*	,00181	,000	,0436	,0572
		PN(control)	,03924*	,00157	,000	,0334	,0451
	PN 25% 70°C	PN 5% 70°C	,05914*	,00181	,000	,0523	,0659
		PN 10% 70°C	,05653*	,00181	,000	,0497	,0633
		PN 15% 70°C	,04510*	,00181	,000	,0383	,0519
		PN 20% 70°C	,00475	,00181	,251	-,0021	,0116
		PN 30% 70°C	,00439	,00181	,324	-,0024	,0112
		PN 35% 70°C	,05520*	,00181	,000	,0484	,0620
		PN(control)	,04400*	,00157	,000	,0381	,0499
	PN 30% 70°C	PN 5% 70°C	,05475*	,00181	,000	,0479	,0615
		PN 10% 70°C	,05214*	,00181	,000	,0453	,0589
		PN 15% 70°C	,04070*	,00181	,000	,0339	,0475
		PN 20% 70°C	,00036	,00181	1,000	-,0064	,0072
		PN 25% 70°C	-,00439	,00181	,324	-,0112	,0024
		PN 35% 70°C	,05080*	,00181	,000	,0440	,0576
		PN(control)	,03960*	,00157	,000	,0337	,0455
PN 35% 70°C	PN 5% 70°C	PN 10% 70°C	,00394	,00181	,435	-,0029	,0107
		PN 15% 70°C	,00134	,00181	,993	-,0055	,0081
		PN 20% 70°C	-,01010*	,00181	,004	-,0169	-,0033
		PN 25% 70°C	-,05045*	,00181	,000	-,0572	-,0436
		PN 30% 70°C	-,05520*	,00181	,000	-,0620	-,0484
		PN 35% 70°C	-,05080*	,00181	,000	-,0576	-,0440
		PN(control)	-,01120*	,00157	,001	-,0171	-,0053
	PN(control)	PN 5% 70°C	,01514*	,00157	,000	,0093	,0210
		PN 10% 70°C	,01254*	,00157	,000	,0066	,0184
		PN 15% 70°C	,00110	,00157	,995	-,0048	,0070
		PN 20% 70°C	-,03924*	,00157	,000	-,0451	-,0334
		PN 25% 70°C	-,04400*	,00157	,000	-,0499	-,0381
		PN 30% 70°C	-,03960*	,00157	,000	-,0455	-,0337
		PN 35% 70°C	,01120*	,00157	,001	,0053	,0171
		Dunnnett t (2-sided) ^a	PN 5% 70°C	PN(control)	-,01514*	,00157	,000
PN 10% 70°C	PN(control)		-,01254*	,00157	,000	-,0176	-,0075
PN 15% 70°C	PN(control)		-,00110	,00157	,977	-,0062	,0039
PN 20% 70°C	PN(control)		,03924*	,00157	,000	,0342	,0443
PN 25% 70°C	PN(control)		,04400*	,00157	,000	,0389	,0490
PN 30% 70°C	PN(control)		,03960*	,00157	,000	,0346	,0447
PN 35% 70°C	PN(control)		-,01120*	,00157	,000	-,0163	-,0062

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Dunnnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

fructosa

ácido	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Tukey HSD ^{a,b} PN 5% 70°C	2	,0001		
PN 10% 70°C	2	,0027		
PN 35% 70°C	2	,0041		
PN 15% 70°C	2		,0142	
PN(control)	4		,0153	
PN 20% 70°C	2			,0545
PN 30% 70°C	2			,0549
PN 25% 70°C	2			,0593
Sig.		,401	,997	,224

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,133.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Fructosa en pulpa de naranja a 90°C

ANOVA

fructosa

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,000	5	,000	30,414	,000
Within Groups	,000	8	,000		
Total	,000	13			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: fructosa

	(I) ácido	(J) ácido	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	PN 15% 90°C	PN 20% 90°C	,00033	,00155	1,000	-,0053	,0060
		PN 25% 90°C	,00033	,00155	1,000	-,0053	,0060
		PN 30% 90°C	,00014	,00155	1,000	-,0055	,0058
		PN 35% 90°C	,00012	,00155	1,000	-,0055	,0058
		PN(control)	-,01112*	,00134	,000	-,0160	-,0062
	PN 20% 90°C	PN 15% 90°C	-,00033	,00155	1,000	-,0060	,0053
		PN 25% 90°C	,00000	,00155	1,000	-,0057	,0057
		PN 30% 90°C	-,00019	,00155	1,000	-,0059	,0055
		PN 35% 90°C	-,00022	,00155	1,000	-,0059	,0054
		PN(control)	-,01145*	,00134	,000	-,0164	-,0065
	PN 25% 90°C	PN 15% 90°C	-,00033	,00155	1,000	-,0060	,0053
		PN 20% 90°C	,00000	,00155	1,000	-,0057	,0057
		PN 30% 90°C	-,00019	,00155	1,000	-,0059	,0055
		PN 35% 90°C	-,00022	,00155	1,000	-,0059	,0054
		PN(control)	-,01145*	,00134	,000	-,0164	-,0065
	PN 30% 90°C	PN 15% 90°C	-,00014	,00155	1,000	-,0058	,0055
		PN 20% 90°C	,00019	,00155	1,000	-,0055	,0059
		PN 25% 90°C	,00019	,00155	1,000	-,0055	,0059
		PN 35% 90°C	-,00003	,00155	1,000	-,0057	,0056
		PN(control)	-,01126*	,00134	,000	-,0162	-,0064
PN 35% 90°C	PN 15% 90°C	-,00012	,00155	1,000	-,0058	,0055	
	PN 20% 90°C	,00022	,00155	1,000	-,0054	,0059	
	PN 25% 90°C	,00022	,00155	1,000	-,0054	,0059	
	PN 30% 90°C	,00003	,00155	1,000	-,0056	,0057	
	PN(control)	-,01123*	,00134	,000	-,0161	-,0063	
PN(control)	PN 15% 90°C	,01112*	,00134	,000	,0062	,0160	
	PN 20% 90°C	,01145*	,00134	,000	,0065	,0164	
	PN 25% 90°C	,01145*	,00134	,000	,0065	,0164	
	PN 30% 90°C	,01126*	,00134	,000	,0064	,0162	
	PN 35% 90°C	,01123*	,00134	,000	,0063	,0161	
Dunnnett t (2-sided) ^a	PN 15% 90°C	PN(control)	-,01112*	,00134	,000	-,0154	-,0068
	PN 20% 90°C	PN(control)	-,01145*	,00134	,000	-,0157	-,0072
	PN 25% 90°C	PN(control)	-,01145*	,00134	,000	-,0157	-,0072
	PN 30% 90°C	PN(control)	-,01126*	,00134	,000	-,0156	-,0070
	PN 35% 90°C	PN(control)	-,01123*	,00134	,000	-,0155	-,0069

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Dunnnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

fructosa

ácido	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Tukey HSD ^{a,b} PN 25% 90°C	2	,0038	
PN 20% 90°C	2	,0038	
PN 30% 90°C	2	,0040	
PN 35% 90°C	2	,0040	
PN 15% 90°C	2	,0041	
PN(control)	4		,0153
Sig.		1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,182.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Glucosa en pulpa de naranja a 70°C

ANOVA

glucosa

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,055	7	,008	402,781	,000
Within Groups	,000	10	,000		
Total	,055	17			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: glucosa

	(I) acido	(J) acido	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	PN 5% 70°C	PN 10% 70°C	-,00685	,00441	,765	-,0234	,0097
		PN 15% 70°C	-,03703*	,00441	,000	-,0536	-,0205
		PN 20% 70°C	-,11473*	,00441	,000	-,1313	-,0982
		PN 25% 70°C	-,12475*	,00441	,000	-,1413	-,1082
		PN 30% 70°C	-,11548*	,00441	,000	-,1320	-,0989
		PN 35% 70°C	-,16263*	,00441	,000	-,1792	-,1461
		PN(control)	-,03997*	,00382	,000	-,0543	-,0256
	PN 10% 70°C	PN 5% 70°C	,00685	,00441	,765	-,0097	,0234
		PN 15% 70°C	-,03017*	,00441	,001	-,0467	-,0136
		PN 20% 70°C	-,10787*	,00441	,000	-,1244	-,0913
		PN 25% 70°C	-,11789*	,00441	,000	-,1344	-,1014
		PN 30% 70°C	-,10863*	,00441	,000	-,1252	-,0921
		PN 35% 70°C	-,15577*	,00441	,000	-,1723	-,1392
		PN(control)	-,03312*	,00382	,000	-,0474	-,0188
	PN 15% 70°C	PN 5% 70°C	,03703*	,00441	,000	,0205	,0536
		PN 10% 70°C	,03017*	,00441	,001	,0136	,0467
		PN 20% 70°C	-,07770*	,00441	,000	-,0942	-,0612
		PN 25% 70°C	-,08772*	,00441	,000	-,1043	-,0712
		PN 30% 70°C	-,07845*	,00441	,000	-,0950	-,0619
		PN 35% 70°C	-,12560*	,00441	,000	-,1421	-,1091
		PN(control)	-,00295	,00382	,991	-,0173	,0114
	PN 20% 70°C	PN 5% 70°C	,11473*	,00441	,000	,0982	,1313
		PN 10% 70°C	,10787*	,00441	,000	,0913	,1244
		PN 15% 70°C	,07770*	,00441	,000	,0612	,0942
		PN 25% 70°C	-,01002	,00441	,388	-,0266	,0065
		PN 30% 70°C	-,00075	,00441	1,000	-,0173	,0158
		PN 35% 70°C	-,04790*	,00441	,000	-,0644	-,0314
		PN(control)	,07476*	,00382	,000	,0604	,0891
	PN 25% 70°C	PN 5% 70°C	,12475*	,00441	,000	,1082	,1413
		PN 10% 70°C	,11789*	,00441	,000	,1014	,1344
		PN 15% 70°C	,08772*	,00441	,000	,0712	,1043
		PN 20% 70°C	,01002	,00441	,388	-,0065	,0266
		PN 30% 70°C	,00927	,00441	,471	-,0073	,0258
		PN 35% 70°C	-,03788*	,00441	,000	-,0544	-,0213
		PN(control)	,08478*	,00382	,000	,0705	,0991
PN 30% 70°C	PN 5% 70°C	,11548*	,00441	,000	,0989	,1320	
	PN 10% 70°C	,10863*	,00441	,000	,0921	,1252	
	PN 15% 70°C	,07845*	,00441	,000	,0619	,0950	
	PN 20% 70°C	,00075	,00441	1,000	-,0158	,0173	
	PN 25% 70°C	-,00927	,00441	,471	-,0258	,0073	
	PN 35% 70°C	-,04715*	,00441	,000	-,0637	-,0306	
	PN(control)	,07551*	,00382	,000	,0612	,0898	
PN 35% 70°C	PN 5% 70°C	,16263*	,00441	,000	,1461	,1792	
	PN 10% 70°C	,15577*	,00441	,000	,1392	,1723	
	PN 15% 70°C	,12560*	,00441	,000	,1091	,1421	
	PN 20% 70°C	,04790*	,00441	,000	,0314	,0644	
	PN 25% 70°C	,03788*	,00441	,000	,0213	,0544	
	PN 30% 70°C	,04715*	,00441	,000	,0306	,0637	
	PN(control)	,12266*	,00382	,000	,1083	,1370	
PN(control)	PN 5% 70°C	,03997*	,00382	,000	,0256	,0543	
	PN 10% 70°C	,03312*	,00382	,000	,0188	,0474	
	PN 15% 70°C	,00295	,00382	,991	-,0114	,0173	
	PN 20% 70°C	-,07476*	,00382	,000	-,0891	-,0604	
	PN 25% 70°C	-,08478*	,00382	,000	-,0991	-,0705	
	PN 30% 70°C	-,07551*	,00382	,000	-,0898	-,0612	
	PN 35% 70°C	-,12266*	,00382	,000	-,1370	-,1083	
Dunnnett t (2-sided) ^a	PN 5% 70°C	PN(control)	-,03997*	,00382	,000	-,0523	-,0277
	PN 10% 70°C	PN(control)	-,03312*	,00382	,000	-,0454	-,0208
	PN 15% 70°C	PN(control)	-,00295	,00382	,963	-,0152	,0093
	PN 20% 70°C	PN(control)	,07476*	,00382	,000	,0625	,0870
	PN 25% 70°C	PN(control)	,08478*	,00382	,000	,0725	,0971
	PN 30% 70°C	PN(control)	,07551*	,00382	,000	,0632	,0878
	PN 35% 70°C	PN(control)	,12266*	,00382	,000	,1104	,1349

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Dunnnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

glucosa

acido	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
Tukey HSD ^{a,b} PN 5% 70°C	2	,0003			
PN 10% 70°C	2	,0072			
PN 15% 70°C	2		,0374		
PN(control)	4		,0403		
PN 20% 70°C	2			,1151	
PN 30% 70°C	2			,1158	
PN 25% 70°C	2			,1251	
PN 35% 70°C	2				,1630
Sig.		,739	,995	,355	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,133.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Glucosa en pulpa de naranja a 90°C

ANOVA

glucosa

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,039	5	,008	4,662	,027
Within Groups	,014	8	,002		
Total	,053	13			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: glucosa

	(I) ácido	(J) ácido	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	PN 15% 90°C	PN 20% 90°C	,02386	,04115	,990	-,1265	,1742
		PN 25% 90°C	,03396	,04115	,954	-,1164	,1843
		PN 30% 90°C	,01319	,04115	,999	-,1372	,1636
		PN 35% 90°C	,03269	,04115	,961	-,1177	,1831
		PN(control)	,13583*	,03564	,041	,0056	,2661
	PN 20% 90°C	PN 15% 90°C	-,02386	,04115	,990	-,1742	,1265
		PN 25% 90°C	,01011	,04115	1,000	-,1403	,1605
		PN 30% 90°C	-,01067	,04115	1,000	-,1610	,1397
		PN 35% 90°C	,00884	,04115	1,000	-,1415	,1592
		PN(control)	,11198	,03564	,099	-,0182	,2422
	PN 25% 90°C	PN 15% 90°C	-,03396	,04115	,954	-,1843	,1164
		PN 20% 90°C	-,01011	,04115	1,000	-,1605	,1403
		PN 30% 90°C	-,02077	,04115	,994	-,1711	,1296
		PN 35% 90°C	-,00127	,04115	1,000	-,1516	,1491
		PN(control)	,10187	,03564	,144	-,0283	,2321
	PN 30% 90°C	PN 15% 90°C	-,01319	,04115	,999	-,1636	,1372
		PN 20% 90°C	,01067	,04115	1,000	-,1397	,1610
		PN 25% 90°C	,02077	,04115	,994	-,1296	,1711
		PN 35% 90°C	,01950	,04115	,996	-,1309	,1699
		PN(control)	,12264	,03564	,066	-,0076	,2529
PN 35% 90°C	PN 15% 90°C	-,03269	,04115	,961	-,1831	,1177	
	PN 20% 90°C	-,00884	,04115	1,000	-,1592	,1415	
	PN 25% 90°C	,00127	,04115	1,000	-,1491	,1516	
	PN 30% 90°C	-,01950	,04115	,996	-,1699	,1309	
	PN(control)	,10314	,03564	,137	-,0271	,2334	
PN(control)	PN 15% 90°C	-,13583*	,03564	,041	-,2661	-,0056	
	PN 20% 90°C	-,11198	,03564	,099	-,2422	,0182	
	PN 25% 90°C	-,10187	,03564	,144	-,2321	,0283	
	PN 30% 90°C	-,12264	,03564	,066	-,2529	,0076	
	PN 35% 90°C	-,10314	,03564	,137	-,2334	,0271	
Dunnnett t (2-sided) ^a	PN 15% 90°C	PN(control)	,13583*	,03564	,021	,0217	,2500
	PN 20% 90°C	PN(control)	,11198	,03564	,055	-,0021	,2261
	PN 25% 90°C	PN(control)	,10187	,03564	,082	-,0122	,2160
	PN 30% 90°C	PN(control)	,12264*	,03564	,036	,0085	,2368
	PN 35% 90°C	PN(control)	,10314	,03564	,078	-,0110	,2173

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Dunnnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

glucosa

ácido	N	Subset for alpha = .05
		1
Tukey HSD ^{a,b} PN(control)	4	,0403
PN 25% 90°C	2	,1422
PN 35% 90°C	2	,1434
PN 20% 90°C	2	,1523
PN 30% 90°C	2	,1630
PN 15% 90°C	2	,1761
Sig.		,066

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,182.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Fructosa en pulpa de piña a 70°C

ANOVA

fructosa					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,010	5	,002	77,252	,000
Within Groups	,000	8	,000		
Total	,011	13			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: fructosa

	(I) ácido	(J) ácido	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	PP 15% 70°C	PP 20% 70°C	,00008	,00520	1,000	-,0189	,0191
		PP 25% 70°C	,00006	,00520	1,000	-,0189	,0191
		PP 30% 70°C	,00052	,00520	1,000	-,0185	,0195
		PP 35% 70°C	-,00509	,00520	,912	-,0241	,0139
		PP(control)	-,06121*	,00450	,000	-,0777	-,0448
	PP 20% 70°C	PP 15% 70°C	-,00008	,00520	1,000	-,0191	,0189
		PP 25% 70°C	-,00002	,00520	1,000	-,0190	,0190
		PP 30% 70°C	,00044	,00520	1,000	-,0186	,0194
		PP 35% 70°C	-,00517	,00520	,908	-,0242	,0138
		PP(control)	-,06129*	,00450	,000	-,0777	-,0448
	PP 25% 70°C	PP 15% 70°C	-,00006	,00520	1,000	-,0191	,0189
		PP 20% 70°C	,00002	,00520	1,000	-,0190	,0190
		PP 30% 70°C	,00046	,00520	1,000	-,0185	,0195
		PP 35% 70°C	-,00515	,00520	,909	-,0241	,0138
		PP(control)	-,06127*	,00450	,000	-,0777	-,0448
	PP 30% 70°C	PP 15% 70°C	-,00052	,00520	1,000	-,0195	,0185
		PP 20% 70°C	-,00044	,00520	1,000	-,0194	,0186
		PP 25% 70°C	-,00046	,00520	1,000	-,0195	,0185
		PP 35% 70°C	-,00561	,00520	,877	-,0246	,0134
		PP(control)	-,06173*	,00450	,000	-,0782	-,0453
PP 35% 70°C	PP 15% 70°C	,00509	,00520	,912	-,0139	,0241	
	PP 20% 70°C	,00517	,00520	,908	-,0138	,0242	
	PP 25% 70°C	,00515	,00520	,909	-,0138	,0241	
	PP 30% 70°C	,00561	,00520	,877	-,0134	,0246	
	PP(control)	-,05612*	,00450	,000	-,0726	-,0397	
	PP(control)	PP 15% 70°C	,06121*	,00450	,000	,0448	,0777
Dunnnett t (2-sided) ^a	PP 20% 70°C	PP(control)	,06129*	,00450	,000	,0448	,0777
	PP 25% 70°C	PP(control)	,06127*	,00450	,000	,0448	,0777
	PP 30% 70°C	PP(control)	,06173*	,00450	,000	,0453	,0782
	PP 35% 70°C	PP(control)	,05612*	,00450	,000	,0397	,0726
	PP 15% 70°C	PP(control)	-,06121*	,00450	,000	-,0756	-,0468
	PP 20% 70°C	PP(control)	-,06129*	,00450	,000	-,0757	-,0469
	PP 25% 70°C	PP(control)	-,06127*	,00450	,000	-,0757	-,0469
	PP 30% 70°C	PP(control)	-,06173*	,00450	,000	-,0761	-,0473
	PP 35% 70°C	PP(control)	-,05612*	,00450	,000	-,0705	-,0417

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Dunnnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

fructosa

ácido	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Tukey HSD ^{a,b} PP 30% 70°C	2	,0026	
PP 20% 70°C	2	,0030	
PP 25% 70°C	2	,0031	
PP 15% 70°C	2	,0031	
PP 35% 70°C	2	,0082	
PP(control)	4		,0643
Sig.		,858	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,182.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Glucosa en pulpa de piña a 70°C

ANOVA

glucosa

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,032	5	,006	27,888	,000
Within Groups	,002	8	,000		
Total	,034	13			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: glucosa

	(I) ácido	(J) ácido	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	PP 15% 70°C	PP 20% 70°C	,00317	,01508	1,000	-,0519	,0583
		PP 25% 70°C	,00235	,01508	1,000	-,0528	,0575
		PP 30% 70°C	,02178	,01508	,704	-,0333	,0769
		PP 35% 70°C	,11449*	,01508	,001	,0594	,1696
		PP(control)	-,03798	,01306	,135	-,0857	,0097
	PP 20% 70°C	PP 15% 70°C	-,00317	,01508	1,000	-,0583	,0519
		PP 25% 70°C	-,00083	,01508	1,000	-,0559	,0543
		PP 30% 70°C	,01860	,01508	,811	-,0365	,0737
		PP 35% 70°C	,11131*	,01508	,001	,0562	,1664
		PP(control)	-,04115	,01306	,098	-,0889	,0066
	PP 25% 70°C	PP 15% 70°C	-,00235	,01508	1,000	-,0575	,0528
		PP 20% 70°C	,00083	,01508	1,000	-,0543	,0559
		PP 30% 70°C	,01943	,01508	,784	-,0357	,0745
		PP 35% 70°C	,11214*	,01508	,001	,0570	,1673
		PP(control)	-,04033	,01306	,106	-,0881	,0074
	PP 30% 70°C	PP 15% 70°C	-,02178	,01508	,704	-,0769	,0333
		PP 20% 70°C	-,01860	,01508	,811	-,0737	,0365
		PP 25% 70°C	-,01943	,01508	,784	-,0745	,0357
		PP 35% 70°C	,09271*	,01508	,002	,0376	,1478
		PP(control)	-,05976*	,01306	,015	-,1075	-,0120
PP 35% 70°C	PP 15% 70°C	-,11449*	,01508	,001	-,1696	-,0594	
	PP 20% 70°C	-,11131*	,01508	,001	-,1664	-,0562	
	PP 25% 70°C	-,11214*	,01508	,001	-,1673	-,0570	
	PP 30% 70°C	-,09271*	,01508	,002	-,1478	-,0376	
	PP(control)	-,15247*	,01306	,000	-,2002	-,1047	
PP(control)	PP 15% 70°C	,03798	,01306	,135	-,0097	,0857	
	PP 20% 70°C	,04115	,01306	,098	-,0066	,0889	
	PP 25% 70°C	,04033	,01306	,106	-,0074	,0881	
	PP 30% 70°C	,05976*	,01306	,015	,0120	,1075	
	PP 35% 70°C	,15247*	,01306	,000	,1047	,2002	
Dunnnett t (2-sided) ^a	PP 15% 70°C	PP(control)	-,03798	,01306	,076	-,0798	,0038
	PP 20% 70°C	PP(control)	-,04115	,01306	,054	-,0830	,0007
	PP 25% 70°C	PP(control)	-,04033	,01306	,059	-,0822	,0015
	PP 30% 70°C	PP(control)	-,05976*	,01306	,008	-,1016	-,0179
	PP 35% 70°C	PP(control)	-,15247*	,01306	,000	-,1943	-,1106

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Dunnnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

glucosa

ácido	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Tukey HSD ^{a,b} PP 35% 70°C	2	,0174		
PP 30% 70°C	2		,1101	
PP 20% 70°C	2		,1287	,1287
PP 25% 70°C	2		,1295	,1295
PP 15% 70°C	2		,1319	,1319
PP(control)	4			,1699
Sig.		1,000	,670	,146

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,182.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Glucosa en pulpa de piña a 90°C

ANOVA

glucosa					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,030	5	,006	5,393	,018
Within Groups	,009	8	,001		
Total	,039	13			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: glucosa

	(I) ácido	(J) ácido	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	PP 15% 90°C	PP 20% 90°C	,08871	,03360	,191	-,0341	,2115
		PP 25% 90°C	,00790	,03360	1,000	-,1149	,1307
		PP 30% 90°C	-,06531	,03360	,443	-,1881	,0575
		PP 35% 90°C	-,02328	,03360	,978	-,1460	,0995
		PP(control)	-,04018	,02910	,737	-,1465	,0661
	PP 20% 90°C	PP 15% 90°C	-,08871	,03360	,191	-,2115	,0341
		PP 25% 90°C	-,08081	,03360	,258	-,2036	,0420
		PP 30% 90°C	-,15402*	,03360	,015	-,2768	-,0313
		PP 35% 90°C	-,11199	,03360	,077	-,2347	,0108
		PP(control)	-,12889*	,02910	,018	-,2352	-,0226
	PP 25% 90°C	PP 15% 90°C	-,00790	,03360	1,000	-,1307	,1149
		PP 20% 90°C	,08081	,03360	,258	-,0420	,2036
		PP 30% 90°C	-,07321	,03360	,339	-,1960	,0496
		PP 35% 90°C	-,03118	,03360	,928	-,1539	,0916
		PP(control)	-,04808	,02910	,592	-,1544	,0582
	PP 30% 90°C	PP 15% 90°C	,06531	,03360	,443	-,0575	,1881
		PP 20% 90°C	,15402*	,03360	,015	,0313	,2768
		PP 25% 90°C	,07321	,03360	,339	-,0496	,1960
		PP 35% 90°C	,04203	,03360	,802	-,0807	,1648
		PP(control)	,02513	,02910	,945	-,0812	,1314
PP 35% 90°C	PP 15% 90°C	,02328	,03360	,978	-,0995	,1460	
	PP 20% 90°C	,11199	,03360	,077	-,0108	,2347	
	PP 25% 90°C	,03118	,03360	,928	-,0916	,1539	
	PP 30% 90°C	-,04203	,03360	,802	-,1648	,0807	
	PP(control)	-,01690	,02910	,990	-,1232	,0894	
PP(control)	PP 15% 90°C	,04018	,02910	,737	-,0661	,1465	
	PP 20% 90°C	,12889*	,02910	,018	,0226	,2352	
	PP 25% 90°C	,04808	,02910	,592	-,0582	,1544	
	PP 30% 90°C	-,02513	,02910	,945	-,1314	,0812	
	PP 35% 90°C	,01690	,02910	,990	-,0894	,1232	
Dunnnett t (2-sided) ^a	PP 15% 90°C	PP(control)	-,04018	,02910	,586	-,1334	,0530
	PP 20% 90°C	PP(control)	-,12889*	,02910	,009	-,2221	-,0357
	PP 25% 90°C	PP(control)	-,04808	,02910	,432	-,1413	,0451
	PP 30% 90°C	PP(control)	,02513	,02910	,881	-,0680	,1183
	PP 35% 90°C	PP(control)	-,01690	,02910	,972	-,1101	,0763

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Dunnnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

glucosa

	ácido	N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Tukey HSD ^{a,b}	PP 20% 90°C	2	,0410	
	PP 25% 90°C	2	,1218	,1218
	PP 15% 90°C	2	,1297	,1297
	PP 35% 90°C	2	,1530	,1530
	PP(control)	4		,1699
	PP 30% 90°C	2		,1950
	Sig.			,063

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,182.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.