

Agraria

Revista Científica de la
Facultad de Ciencias Agrarias



**Facultad
de Ciencias
Agrarias**



UNJu
Universidad
Nacional de Jujuy

Año 2021 | Volumen 14 (1)



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JUJUY

Rector

Lic. Rodolfo Alejandro Tecchi

Vicerrector

Dr. Ricardo Enrique Gregorio Slavutsky

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS - UNJu

Decano

Ing. Agr. Dante Fernando Hormigo

Vicedecana

Dra. Noemi Bejarano

Sec. Académica: MSc. Susana E. Álvarez

Sec. Administrativa: Ing. Agr. Alejandro Zelaya

Sec. Extensión y Difusión: Dra. Natalia Ávila Carreras

Sec. Ciencia y Técnica: Dr. Marcelo R. Benítez Ahrendts

COMITÉ EDITOR

Dr. Marcelo R. Benítez Ahrendts

Dr. Marcos Vaira

COMITÉ REVISOR

Dra. Leonor Carrillo

Dr. Luis Dyner

MSc. Ceferino Flores

MSc. Liliana Gallez

Dra. Luciana M. Garat

Dra. Laura López

Dra. Nora Pece

Dr. Néstor Pellerino

MCs. Juan Ernesto Regazzoni

Dra. Julia Santapaola

REVISIÓN Y TRADUCCIÓN

Master Esp. Trad. Liliana Beatriz Chávez

EDICIÓN Y DISEÑO

D.G. Marina Schimpf



**Facultad
de Ciencias
Agrarias**



UNJu
Universidad
Nacional de Jujuy

Alberdi N° 47, San Salvador de Jujuy | Jujuy | Argentina | C.P. 4600

Revista Científica de la FCA es producida y financiada por la Facultad de Ciencias Agrarias - UNJu

CONTENIDO/CONTENTS

TRABAJOS

7-18 pag.

ESTUDIO DE LA CALIDAD DE ACEITES ESENCIALES DE ORÉGANO, TOMILLO Y ROMERO CULTIVADOS EN SEVERINO (EL CARMEN, JUJUY) RECOLECTADOS EN INVIERNO Y PRIMAVERA

QUALITY STUDY OF OREGANO, THYME AND ROSEMARY ESSENTIAL OILS CULTIVATED IN SEVERINO (EL CARMEN, JUJUY) COLLECTED DURING WINTER AND SPRING

19-33 pag.

PROGRAMACIÓN LINEAL CON SOLVER APLICADA EN ESTUDIOS DE ALTERNATIVAS PARA REEMPLAZAR EL TABACO EN EMPRESAS DE LOS VALLES DE JUJUY

LINEAR PROGRAMMING WITH A SOLVER APPLIED IN STUDIES OF ALTERNATIVES TO REPLACE TOBACCO IN COMPANIES IN THE JUJUY VALLEYS

34-48 pag.

COMPARACIÓN DE PRUEBAS DE EXTRACCIÓN DE SAPONINAS (ÁCIDO OLEANOLICO) EN QUINUAS CULTIVADAS EN DOS ZONAS DE LA PROVINCIA DE JUJUY (VALLES Y PUNA)

COMPARISON OF SAPONINS (OLEANOLIC ACID) EXTRACTION TESTS IN QUINOA CULTIVATED IN TWO AREAS OF JUJUY PROVINCE (VALLEYS AND PUNA)

49-59 pag.

FOOD TRUCKS: DESCRIPCIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURAS EN MANIPULADORES DE ALIMENTOS SEGÚN NORMATIVA VIGENTE EN LA CIUDAD DE SAN SALVADOR DE JUJUY

FOOD TRUCKS: DESCRIPTION OF FOOD HANDLERS MANUFACTURING PRACTICES IN COMPLIANCE WITH THE CURRENT LEGISLATION IN SAN SALVADOR DE JUJUY CITY

60-68 pag.

EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES E HIDROXIMETILFURFURAL DE DIFERENTES MIELES DE LA PROVINCIA DE JUJUY

CONTENT EVALUATION OF TOTAL PHENOLIC AND HYDROXIMETHYLFURFURAL COMPOUNDS OF DIFFERENT HONEYS FROM JUJUY PROVINCE

69-76 pag.

EFFECTO ANTIFÚNGICO DE EXTRACTOS DE PROPÓLEOS OBTENIDOS EN LA PROVINCIA DE JUJUY, ARGENTINA

ANTIFUNGAL EFFECT OF PROPOLIS EXTRACTS OBTAINED IN JUJUY PROVINCE, ARGENTINA

NOTA TÉCNICA

77-84 pag.

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO CULTURAL DE TRES VARIEDADES TUC DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA LOCALIDAD DE CHALICAN, JUJUY, ARGENTINA

EVALUATION OF THE CULTURAL YIELD OF THREE SUGAR CANE TUC VARIETIES IN CHALICAN LOCALITY, JUJUY, ARGENTINA

ESTUDIO DE LA CALIDAD DE ACEITES ESENCIALES DE ORÉGANO, TOMILLO Y ROMERO CULTIVADOS EN SEVERINO (EL CARMEN, JUJUY) RECOLECTADOS EN INVIERNO Y PRIMAVERA

QUALITY STUDY OF OREGANO, THYME AND ROSEMARY ESSENTIAL OILS CULTIVATED IN SEVERINO (EL CARMEN, JUJUY) COLLECTED DURING WINTER AND SPRING

María Belén Cáceres, Valeria Fernanda Rozo* y Elizabeth del Valle García

Cátedra de Química General e Inorgánica. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy (UNJu). Alberdi N° 47, San Salvador de Jujuy. Jujuy. Argentina. (C.P. 4600)

*Autor para correspondencia:
valeriafernandarozo@gmail.com

Licencia:
[Licencia Creative Commons](#)
[Atribución-NoComercial-](#)
[CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

Período de Publicación:
Julio 2021

Historial:
Recibido: 27/08/2020
Aceptado: 26/04/2021

RESUMEN

Se estudió el rendimiento, las propiedades físicas y la composición química de aceites esenciales de orégano (*Origanum vulgare* L.), tomillo (*Thymus vulgaris* L.) y romero (*Rosmarinum officinalis* L.) cultivados en Severino (El Carmen, Provincia de Jujuy, República Argentina), cosechados en invierno y primavera, para su posible uso como aditivo alimentario. Los aceites se extrajeron de las partes aéreas de cada especie por arrastre con vapor de agua y cohobación, usando un equipo tipo Clevenger®. Se analizó: densidad relativa, índice de refracción y desviación polarimétrica a 20°C según las normas IRAM 18504, IRAM 18505 e IRAM 18507. La composición química se determinó utilizando la técnica de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-MS). El rendimiento en base seca para orégano y romero fue mayor en primavera (1,24% y 2,84% respectivamente), mientras que para tomillo (0,97% y 0,98%) no hubo diferencia significativa entre ambas estaciones. Las propiedades físicas del aceite de orégano, se compararon con otros trabajos realizados en la provincia de Jujuy, encontrándose valores similares a los referidos para orégano criollo (*Origanum x applii*). Se identificaron 34 compuestos químicos, entre ellos α -terpineol (43,39%), sabineno (12,86%) y limoneno (5,96%) como mayoritarios. Las propiedades físicas del aceite de tomillo se ajustaron a la norma IRAM 18559 y se correspondieron con el artículo 1300 del Código Alimentario Argentino (CAA), identificándose 28 compuestos químicos, entre ellos carvacrol (40,63%), o-cimeno (21,21%) y sabineno (16,06%) como mayoritarios. En cuanto al romero, los resultados obtenidos se ajustaron a lo establecido en la Norma IRAM 18542, así como a lo indicado en el CAA para romero proveniente de Francia a excepción de la desviación polarimétrica. Se identificaron 40 compuestos químicos, entre ellos canfeno (34,03%), γ -terpineno (23,93%) y mirceno (6,70%) como mayoritarios. De acuerdo a los valores obtenidos, el aceite esencial de tomillo por su alto contenido en carvacrol y por cumplir con las normativas podría ser considerado como aditivo alimentario.

Palabras clave: aceites esenciales, composición química, propiedades

físicas, rendimiento

SUMMARY

The yield, physical properties and chemical composition of oregano (*Origanum vulgare* L.), thyme (*Thymus vulgaris* L.) and rosemary (*Rosmarinum officinalis* L.) essential oils grown in Severino (El Carmen, Jujuy, Argentina), harvested during winter and spring, were studied for their possible use as food additive. The oils were extracted from the aerial parts of each species by steam entrainment and cohobation, using a Clevenger® type equipment. The following were analyzed: relative density, refractive index and polarimetric deviation at 20°C according to the standards IRAM 18504, IRAM 18505 and IRAM 18507. The chemical composition was determined using gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS). The dry base yield for oregano and rosemary was higher in spring (1,24% and 2,84% respectively), while for thyme (0,97% and 0,98%) there was no significant difference between both seasons. The physical properties for oregano oil were compared with other studies carried out in the province of Jujuy, finding similar values to those referred for Creole oregano (*Origanum x applii*) and 34 chemical compounds were identified, including α -terpineol (43,39%), sabinene (12,86%) and limonene (5,96%) as the majority. For thyme oil, the physical properties comply with IRAM 18559 and article 1300 of the Argentine Food Code (CAA) identifying 28 chemical compounds, including carvacrol (40,63%), o-cymene (21,21%) and sabine (16,06%) as majority. Regarding rosemary, the results obtained are adjusted to IRAM 18542 as the CAA for rosemary from France, except for the polarimetric deviation and 40 chemical compounds were identified, including camphene (34,03%), γ -terpinene (23,93%) and myrcene (6,70%) as the majority. According to the values obtained, thyme essential oil, due to its high content of carvacrol and because it complies with regulations, could be considered as a food additive.

Keywords: chemical composition, essential oils, performance, physical properties

INTRODUCCIÓN

En la actualidad pueden usarse una amplia gama de productos químicos como agentes antimicrobianos y antioxidantes, entre ellos ácido acético, dióxido de azufre, hidroxianisol butilado (BHA) e hidroxitolueno butilado (BHT). Estos dos últimos han sido empleados durante años para controlar las reacciones de oxidación en productos de origen cárnico (Armenteros, Ventanas, Morcuende, Estévez y Ventanas, 2012). Sin embargo, su uso está restringido en varios países, ya que se comprobó que niveles altos de BHT y BHA pueden actuar como agentes promotores de cáncer y/o

teratógenos, producir un aumento significativo del hígado y una marcada proliferación del retículo endoplásmico (Armenteros y otros, 2012). Por esta razón, se comprende el creciente interés de la industria alimentaria por la búsqueda de antioxidantes y antimicrobianos de origen natural.

Una alternativa para responder a esta necesidad son los aceites esenciales de plantas aromáticas y medicinales. Estos son metabolitos secundarios que se sintetizan al momento de activarse mecanismos de defensa como respuesta a factores ambientales y ecológicos (Cadby, Troy, y Vey, 2002). Están integrados por compuestos

terpénicos asociados a otras sustancias volátiles de las distintas partes de las plantas aromáticas y medicinales.

El Instituto IRAM, a través del Subcomité de Aceites Esenciales, y el Código Alimentario Argentino (2019) (Cap. XVI, Art. 1298) incluyen a los aceites esenciales dentro de los aditivos aromatizantes - saborizantes. Entre los aceites esenciales autorizados para su empleo en la industria alimentaria se encuentran: aceite esencial de orégano, obtenido por destilación con vapor de agua de *Thymus capitatus* Hoffm Link y varias especies de *Origanum*, de peso específico a 20°/20°C: 0.938 a 0.963, desviación polarimétrica a 20°C: -2° a +3°; índice de refracción a 20°C: 1.5020 a 1.5080 y fenoles: 70 a 75% en volumen. Asimismo, los aceites esenciales de romero, obtenidos de las ramas jóvenes y sumidades floridas de *Rosmarinus officinalis* L. de densidad relativa 20°/20°C: 0.895 - 0.916, índice de refracción a 20°C: 1.467 - 1.474 y desviación polarimétrica a 20°C: -1 a +16 para romero proveniente de Francia. Densidad relativa 20°/20°C: 0.905 - 0.917, índice de refracción a 20°C: 1.467 - 1.474 y desviación polarimétrica a 20°C: -1 a +16 para romero proveniente del norte de África. Densidad relativa 20°/20°C: 0.982 - 0.916, índice de refracción a 20°C: 1.467 - 1.474 y desviación polarimétrica a 20°C: -3 a +10 para romero proveniente de España. Y por último aceite esencial de tomillo, obtenido del vegetal fresco *Thymus vulgaris* L. en floración con densidad relativa a 20/20°C: 0.890 a 0.945, índice de refracción a 10°C: 1.4900 a 1.5080 y desviación polarimétrica a 20°C: nula o ligeramente levógira, fenoles (timol y carvacrol): 20% mín, 45% máx.

Por esta razón, el objetivo de este trabajo es estudiar la calidad de los aceites esenciales de orégano (*Origanum vulgare* L.), tomillo (*Thymus vulgaris* L.) y romero (*Rosmarinus officinalis* L.) de cultivares en ensayos adaptativos realizados en la localidad de Severino, cosechados en invierno y primavera para su posible uso como aditivos alimentarios.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

El ensayo se realizó durante el período invierno y primavera de los años 2018 y 2019 en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias ubicado en Severino (El Carmen, Jujuy).

Los plantines se adquirieron en la Estación Experimental Agropecuaria INTA de Cerrillos (Provincia de Salta, Argentina). Se implantaron 40 plantines en parcelas de 1 m x 2,5 m para cada cultivo y para cada estación. El manejo de los mismos se realizó en forma orgánica y el riego fue por goteo. Semanalmente se registró la altura durante el primer año de trabajo.

La cosecha se realizó al comienzo y al final del invierno y de la primavera, durante un lapso de dos años. Esta consistió en recolectar la parte aérea de cada cultivo (tallos, hojas y flores). Las muestras se sometieron a oreo a 25°C aproximadamente durante dos días y se determinó la humedad del material vegetal.

Extracción de aceites esenciales

Los aceites esenciales se obtuvieron por arrastre de vapor y cohobación, usando un equipo tipo Clevenger®, siguiendo la metodología propuesta por Viturro y otros (2010).

Propiedades físicas

La medición de la densidad relativa a 20°C se realizó de acuerdo a la norma IRAM 18504 mediante un método picnométrico. El índice de refracción a 20°C, se determinó utilizando un refractómetro Abbe (norma IRAM 18505) y la desviación polarimétrica a 20 °C se determinó según la norma IRAM 18507, utilizando un polarímetro de disco tipo WXG-4, rango de medición $\pm 180^\circ$ y precisión de 0,05°.

Composición química e identificación de componentes mayoritarios

Se determinó utilizando la técnica de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-MS), según el protocolo propuesto por Viturro y otros (2010).

Los análisis se realizaron en un GC Hewlett Packard 6890 / MSD 5972 usando una columna capilar HP-5 MS (30 m x 0,25 mm, espesor de film 0,25 mm) y un flujo constante de hidrógeno de 0,7 mL / min. El programa de temperatura del horno fue: 60°C (5 min), 60° - 230°C (6°C / min); la temperatura del detector (300°C) y el inyector (250°C) se mantuvieron constantes durante los análisis

Para la identificación de los compuestos

químicos se realizó la comparación de los tiempos de retención y de los patrones de fragmentos representados en los espectros de masa experimentales con los encontrados en las bases de datos.

Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados se utilizó el programa estadístico InfoStat® versión 2017. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) bajo un modelo de parcelas divididas en dos partes para cada estación (invierno / primavera) y para cada especie en estudio. Se comparó el rendimiento y propiedades físicas de los aceites esenciales extraídos en diferentes estaciones. Para ello, se utilizó un intervalo de confianza del 95 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los valores registrados durante el crecimiento de los plantines (tabla 1), la altura máxima alcanzada por el romero fue de 69,4 cm, para orégano 69 cm y para tomillo 43 cm, siendo mayor la velocidad de crecimiento en primavera que en invierno para los tres cultivos (2,1 mm/día, 1,9 mm/día, y 1,2 mm/día, respectivamente).

Tabla 1. Altura promedio de plantines

Semana	Altura (cm)					
	Orégano		Tomillo		Romero	
	Invierno	Primavera	Invierno	Primavera	Invierno	Primavera
1	29,3	53,4	25,1	33,2	37,7	51,5
2	31,75	53,5	26,55	33,85	38,55	52,5
3	34,95	53,8	27,8	34,1	39,4	57,6
4	37,85	54,1	29,25	34,8	39,8	58,2
5	40,2	54,4	30,7	35,95	40,25	58,95
6	41,15	55,2	31,05	37,9	41	64,05
7	42	55,85	31,5	37,95	41,65	64,95
8	42,6	56,65	31,95	38,45	41,95	65,3
9	43,3	57,7	32,4	38,8	42,3	65,75
10	43,35	58,5	33,35	39,8	43,2	66,4
11	43,5	59,15	33,75	40,4	47,6	67,15
12	43,5	69	33,8	43	49,7	69,4
Promedio	39,45	56,77	30,6	37,35	41,92	61,81
Desv est	4,93	4,32	2,86	3,01	3,54	5,89
Lím máx	43,5	69	33,8	43	49,7	69,4

Extracción de aceites esenciales

En la Tabla 2 se detallan los valores promedios obtenidos de los aceites esenciales de orégano, romero y tomillo, cosechados en invierno y primavera de los años 2018 y 2019, por destilación por arrastre de vapor y cohobación a escala laboratorio.

Tabla 2.

Cultivo	Estación	Masa (g)	Aceite (mL)	H (%)	R.b.H (%)	R.b.S (%)	D.E.
Orégano	Invierno	182,81	0,55	18,86	0,33	0,38	0,51
	Primavera	188,96	1,05	42,3	0,64	1,1	
Romero	Invierno	456,63	4,7	52,31	1,03	2,23	0,43
	Primavera	465,49	6,2	50,57	1,37	2,84	
Tomillo	Invierno	210,78	1,2	44,97	0,62	0,97	0,01
	Primavera	108,73	0,7	30,97	0,58	0,98	

H (%) = Humedad, R.b.H (%) = Rendimiento en base húmeda, R.b.S (%) = Rendimiento en base seca, D.E. = Desviación estándar del rendimiento en base seca

Como se puede ver en el gráfico 1, el rendimiento del aceite esencial de orégano (base seca) fue mayor en primavera (1,1 %) que en invierno (0,38 %). Según lo reportado por Albado, Saez Flores y Grabiell Ataucusi (2001), el rendimiento de *O. vulgare* bajo estas mismas condiciones fue de 1,3 %. Amadio y otros (2011), en un trabajo realizado en Mendoza, obtuvieron un rendimiento del 1,8 % para *O. x appli*.

En el caso del aceite esencial de romero, el rendimiento también fue mayor en primavera (2,84 %) que en invierno (2,23 %). Según Heath (1978), el rendimiento del aceite esencial de romero varía entre 0,5 y 1,2 %. Mantinello y Pramparo (2005) analizaron muestras de romero provenientes de la ciudad de Río Cuarto y obtuvieron rendimientos medios de 1,3 %.

Con respecto al rendimiento del aceite esencial de tomillo, a pesar de no haber diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las estaciones, el valor obtenido fue elevado en comparación con otros autores (González y otros, 2016) que analizaron muestras de tomillo provenientes de la meseta patagónica donde obtuvieron valores entre 0,32 y 0,52 %.

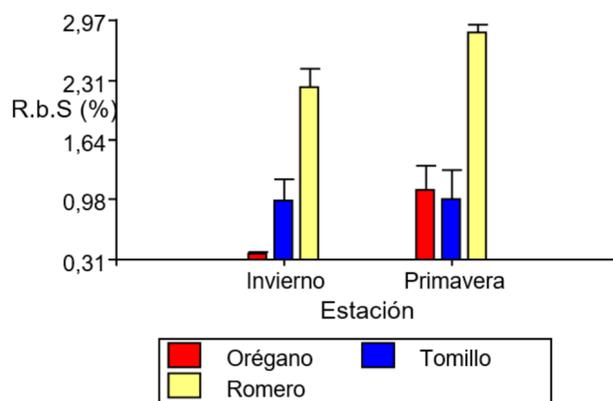


Gráfico 1. Rendimiento (base seca) de los aceites esenciales

Propiedades físicas

Los resultados de las propiedades físicas de los aceites esenciales obtenidos en invierno y primavera se muestran en la tabla 3:

Tabla 3. Propiedades físicas

ESPECIE	INVIERNO			PRIMAVERA		
	D. R.	D. P.	I. R.	D. R.	D. P.	I. R.
Orégano	0,923	6 _a	1,4727	0,929	4 _a	1,4615
Romero	0,909	19	1,463 _a	0,906	19	1,1307 _a
Tomillo	0,939	1	1,4875	0,943	1	1,504

D.R: Densidad Relativa, D.P: Desviación Polarimétrica, I. R: Índice de Refracción

a: Presentan diferencia estadísticamente significativa entre ambas estaciones ($p < 0,05$)

Los resultados obtenidos para aceite esencial de orégano se compararon con otros trabajos realizados en la provincia de Jujuy (Viturro y otros, 2010) donde se encontraron valores similares para *Origanum x apalii*. En cuanto al romero, los datos obtenidos se ajustan a los provenientes para romero tipo Francia según el CAA. Sin embargo, la desviación polarimétrica no cumplió con lo establecido por la normativa. Esto podría deberse a que la muestra, al momento de su destilación, presentaba un porcentaje de humedad alto (52,31% en invierno). Según Rodas Ceballos (2012), el proceso de secado

debe realizarse hasta alcanzar un porcentaje de humedad entre 8 y 15 %. El aceite de tomillo se ajustó a lo indicado en la norma IRAM 18559 y el artículo 1300 del CAA.

Composición química

Mediante GC – MS se identificaron 28 compuestos químicos en el aceite esencial de orégano (tabla 4).

Tabla 4. Composición química de aceite esencial de orégano

Número	RT	Compuesto	Composición química	Área relativa (%)
1	8,595	α – pineno	Terpeno	0,19
2	8,840	Canfeno	Monoterpeno bíciclico	0,35
3	9,656	Octanal	Aldehído	3,90
4	9,808	β -Pineno	Monoterpeno	0,77
5	9,888	α -felandreno	Monoterpeno cíclico	0,36
6	10,475	β -ocimeno-cis	Monoterpeno	0,24
7	10,749	Limoneno	Monoterpeno	5,96
8	10,944	β -ocimeno-trans	Monoterpeno	1,40
9	11,088	Bergamal	Aldehído	1,87
10	11,200	γ -terpineno	Terpeno	1,39
11	11,899	Sabineno	Monoterpeno bíciclico	12,86
12	12,301	p-cimeno	Monoterpeno	1,89
13	12,747	6-canfeno	Monoterpeno bíciclico	2,66
14	12,981	3-octanol acetato	Éster	1,99
15	13,325	Trans-sabineno	Monoterpeno bíciclico	4,16
16	14,099	Limoneno oxi-trans	Éter	1,74

17	14,696	Mentona	Monoterpeno y cetona	1,20
18	16,272	α -terpineol	Monoterpeno de alcohol	43,39
19	16,627	p-cimen-9-ol	Monoterpeno de alcohol	3,23
20	16,627	dihidrocarvona trans	Cetona	0,68
21	17,077	Citroneol	Alcohol	0,62
22	18,235	Carvona	Cetona	3,68
23	18,472	Piperitona	Monoterpeno de cetona	0,86
24	19,896	Carvacrol	Fenol monoterpenoide	0,18
25	20,248	Dihidrocarveol acetato	Éster monoterpenoide	0,28
26	25,421	β -Cariofileno	Sesquiterpeno	2,98
27	26,771	γ -muroleno	Sesquiterpeno	0,10
28	28,267	Cadideno delta	Isómeros de hidrocarburos	1,08
TOTAL				100

RT= Tiempo de retención

Como componentes mayoritarios se destacan α -terpineol (43,39 %), sabineno (12,86 %) y limoneno (5,96 %) (gráfico 2).

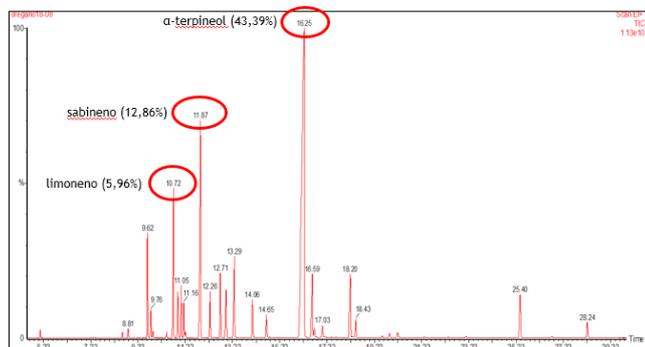


Gráfico 2. Cromatografía del aceite esencial de orégano

Los resultados coinciden con otros trabajos realizados en la provincia de Jujuy por Víturro y otros (2010) donde registraron bajas concentraciones de timol (0 a 0,3 %) para aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*).

Si bien el aceite esencial de orégano estudiado presentó una baja concentración de fenoles, se hallaron otros compuestos que aportan interesantes propiedades a los alimentos. Según Lee, Umamo, Shibamoto y Lee (2005) α -terpineol es considerado uno de los 30 compuestos más

usados como saborizante. Diversos estudios evidencian su moderada actividad antioxidante en una concentración de 50 mg/mL, inhibiendo la oxidación del hexanal entre 10 y 23 %. El limoneno presenta diferentes actividades antimicrobianas y características físicoquímicas como su olor y sabor, pero en concentraciones mayores a 1000 μ g/mL induce citotoxicidad y genotoxicidad sobre linfocitos humanos (Palma y otros, 2020).

En el aceite esencial de romero se identificaron 40 compuestos químicos (tabla 5).

Tabla 5. Composición química de aceite esencial de romero

Número	RT	Compuesto	Composición química	Área relativa (%)
1	8,603	α -tuyeno	Sesquiterpeno	0,44
2	8,675	Tuya 2,4 (10) dieno	Alqueno sesquiterpeno	0,26
3	8,952	Canfeno	Monoterpeno bíciclico	34,03
4	9,291	Mirceno	Monoterpeno	6,70
5	9,656	Octanal	Aldehído	0,11
6	9,832	β -pineno	Terpeno	2,23
7	9,912	α -felandreno	Monoterpenos cíclicos	5,08
8	10,475	β -Ocimeno cis	Monoterpeno	0,43
9	10,741	β -felandreno	Monoterpeno cíclico	0,88
10	10,965	β -Ocimeno trans	Monoterpeno	0,50
11	11,125	Heptanal 5-dimetil 2,6	Aldehído	4,50
12	11,357	γ -terpineno	Terpeno	23,93
13	11,875	Sabineno hidrato cis	Monoterpeno bíciclico	1,84
14	12,296	Linanol oxido cis	Alcohol terpenico	0,11
15	12,744	Linalol	Alcohol	1,40
16	12,984	3 octanol acetato	Éster	1,62
17	13,288	α -tuyona	Cetona	0,20
18	13,488	β -tuyona	Cetona	0,03
19	13,877	Menta 2,8 dien 1-ol	Alcohol	0,08
20	14,019	Limoneno oxido cis	Éter	0,53
21	14,144	Limoneno oxido trans	Éter	0,06
22	14,603	Alcanfor	Terpenoide	0,28
23	14,728	Mentona	Cetona monoterpenoide	0,12
24	14,861	Sabinona	Cetona monoterpenoide	0,21
25	15,080	Isomentona	Cetona monoterpenoide	1,58
26	15,539	Terpinen-4-ol	Terpeno	0,24
27	15,696	p-cimen-8-ol	Monoterpeno de alcohol	0,17
28	15,907	9-decenal	Aldehído	1,33
29	16,093	α -terpineol	Monoterpeno de alcohol	0,91
30	16,288	Dihidrocarbona cis	Cetona	0,02
31	16,587	Dihidrocarbona trans	Cetona	0,77
32	16,696	p-cimen-9-ol	Monoterpeno de alcohol	0,29
33	16,840	Nerol	Monoterpeno	0,26
34	17,267	Carvacrol metil éter	Éter	4,81
35	18,357	Piperitona	Monoterpeno de cetona	1,21
36	18,709	Geranial	Terpenoide	0,10
37	19,904	Carvacrol	Fenol	1,28
38	23,200	β -Bourboneno	Monoterpeno	0,11
39	25,416	β -cariofileno	Monoterpeno	1,22
40	26,771	γ -muroleno	Monoterpeno	0,14
TOTAL				100,00

RT= Tiempo de retención

Entre los compuestos mayoritarios se destacaron el canfeno (34,03 %), el γ -terpineno (23,93 %) y el mirceno (6,70 %) (gráfico 3).

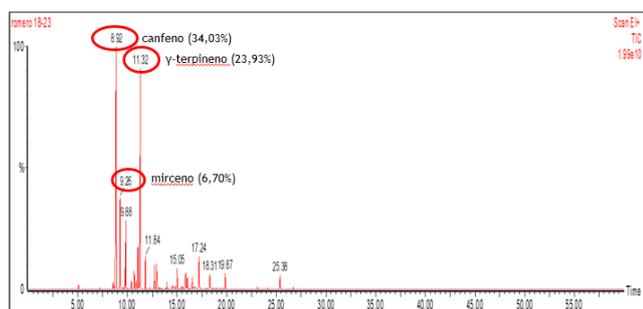


Gráfico 3. Cromatografía del aceite esencial de romero

El CAA no hace referencia a la composición química del aceite esencial de romero. Sin embargo, en un trabajo realizado en muestras de romero provenientes de Catamarca y de Buenos Aires (Mizrahi, Juárez y Bandoni, 1992), también mostraron alto contenido de mirceno: 20,4 % y 17,9 %, respectivamente.

Los componentes mayoritarios encontrados presentan importantes propiedades relacionadas a los alimentos. Según Tariq y otros (2010) el canfeno tiene, en bajas concentraciones, fuerte efecto biológico como biocida contra hongos y nemátodos. Ultee y Smid (2001) determinaron que aceites esenciales ricos en terpeno disminuyen la presencia de microorganismos al cabo de 14 días.

El mirceno es el monoterpeno más valorado por su utilización en la preparación de productos químicos y fragancias (Palma y otros, 2020).

En el aceite esencial de tomillo se han identificado al menos 34 compuestos químicos (tabla 6), evidenciándose como mayoritarios carvacrol (40,63 %), o-cimeno (21,21 %) y sabineno (16,06 %) (gráfico 4).

Tabla 6. Composición química de aceite de tomillo

Número	RT	Compuesto	Composición química	Área relativa (%)
1	8,592	α -pineno	Terpeno	0,83
2	8,837	tuya 2,4 (10)dieno	Alqueno sesquiterpeno	0,54
3	9,261	Mirceno	Monoterpeno	0,30
4	9,557	3-octanol	Alcohol	0,71
5	9,805	1,3,5-trimetilbenceno	Ciclohexano	1,64
6	9,885	α -fenandreno	Monoterpeno cíclico	0,47
7	10,475	p-cimeno	Monoterpeno	0,12
8	10,563	Limoneno	Monoterpeno	0,12
9	10,739	Cineol 1,8	Terpeno	1,43
10	10,992	o-cimeno	Monoterpeno	21,21
11	11,093	Heptanal 5-dimetil 2,6	Aldehído	1,30
12	11,259	β -felandreno	Monoterpeno cíclico	1,43
13	11,909	Sabineno	Monoterpeno bíciclico	16,06
14	12,296	6-canfeno	Monoterpeno bíciclico	1,06
15	12,739	Linalol	Alcohol	0,10
16	12,976	3-octanol acetato	Éster	2,18
17	13,301	β -tuyona	Cetona	0,24
18	13,877	Menta 2,8 dien-1-ol	Alcohol	0,17

19	15,075	Isomentona	Cetona monoterpenoide	0,23
20	15,883	p-cimen-8-ol	Monoterpeno de alcohol	0,81
21	16,099	α -terpineol	Monoterpeno de alcohol	0,72
22	16,595	Dihidrocarvona trans	Cetona	0,25
23	17,453	Carvacrol metil éter	Éter	0,20
24	17,976	Pulegona	Cetona	0,36
25	19,592	Timol	Fenol	0,14
26	20,120	Carvacrol	Fenol	40,63
27	20,379	Dihidrocarvona trans	Éster	3,90
28	23,955	Metil eugeniol	Fenilpropanoide	0,12
29	25,411	Isocariofileno	Sesquiterpeno bicíclico	1,74
30	26,693	γ -muroleno	Monoterpeno	0,43
31	27,347	Germacreno D	Sesquiterpeno	0,09
32	27,701	Biclogermaceno	Sesquiterpeno	0,28
33	28,840	Δ -cadideno	Sesquiterpeno bicíclico	0,06
34	28,941	γ -cadineno	Sesquiterpeno bicíclico	0,14
TOTAL				100,00

RT= Tiempo de retención

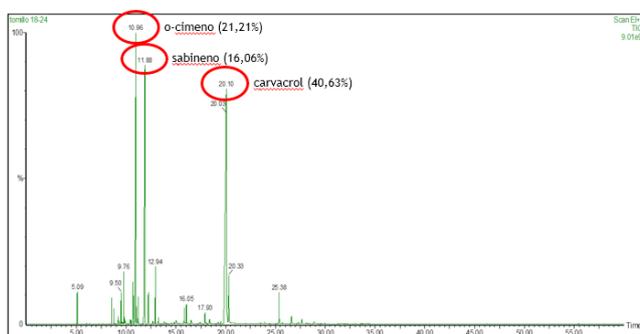


Gráfico 4. Cromatografía del aceite esencial de tomillo

Los resultados obtenidos se hallaron dentro de los límites establecidos por el CAA para compuestos fenólicos (timol y carvacrol) para atribuirles propiedades antibacterianas (20 - 45 %). Un estudio realizado en Chubut por Gonzalez y otros (2016), reporta como uno de los componentes mayoritarios al carvacrol para el aceite esencial de tomillo, a una concentración menor (24,4 %).

CONCLUSIONES

Para el aceite esencial de orégano se observó un mayor rendimiento en primavera. Los resultados obtenidos para las propiedades físicas estudiadas coincidieron con los correspondientes a *Origanum x applii* (Criollo). En cuanto a sus componentes mayoritarios, no presentó compuestos fenólicos con capacidad antioxidante y antibacteriana para su aplicación en alimentos según lo establecido por las normas IRAM y el CAA.

Con respecto al aceite esencial de romero, el rendimiento fue mayor en primavera. Los valores se ajustaron a lo establecido en las normas IRAM y el CAA para romero proveniente de Francia, a excepción de la desviación polarimétrica. Este es un aceite esencial rico en mirceno, que podría utilizarse en la preparación de productos químicos y en fragancias.

Para el aceite esencial de tomillo, el rendimiento fue alto en ambas estaciones. Los valores obtenidos se ajustaron a lo indicado en las normas IRAM y en el CAA. Por su alto contenido de carvacrol (40,63 %) este aceite podría ser considerado para su utilización como aditivo alimentario.

AGRADECIMIENTO

A la Dra. Carmen Viturro y al grupo PRONOA por su colaboración y enseñanzas.

BIBLIOGRAFÍA

Albado Plaus E., Saez Flores G. y Grabiél Ataucusi S. (2001). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial del *Origanum vulgare* (orégano). Rev. Med. Hered. Lima. 12(1): 16-19.

Amadio C., Medina R., Dediol C., Zimmermman M. y Miralles S. (2011). Aceite esencial de orégano: un potencial aditivo alimentario. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias 43(1): 237-245.

Armenteros M., Ventanas S., Morcuende D., Estévez M. y Ventanas J. (2012). Empleo de antioxidantes naturales en productos cárnicos. Eurocarne 207: 63-73.

Cadby P.A., Troy W.R. and Vey M.G.H. (2002). Consumer exposure to fragrance ingredients: Providing estimates for safety evaluation 36: 246- 252.

Código Alimentario Argentino. (2019) Capitulo XVI, Correctivos y Coadyuvantes- RESOLUCIÓN GMC Nº 084/93.

González S., Guerra P., Van Baren C., Di Lio Lira P., Retta D. y Bandoni A. (2016). Variabilidad química del "tomillo silvestre" (*Acantholippia seriphiooides*, Verbenaceae) en la meseta Patagónica. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas 15(1): 61-68.

Heath H. (1978). Flavor technology profiles, products, applications. [Tecnología del aroma, perfiles, productos, aplicaciones]. Westport, Connecticut, Estados Unidos. Avi Publishing Company Inc.

Lee S., Umamo T., Shibamoto K. and Lee G. (2005). Identification of volatile components in basil (*Ocimum bacilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. Food Chem 91: 131-137.

Martinello M. y Pramparo M. (2005). Poder antioxidante de extractos de romero concentrados por destilación molecular. Información tecnológica 16(59): 17-20.

Mizrahi I., Juárez M. y Bandoni A. (1992). Contribución al estudio de la esencia de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) de Argentina. VII Reunión Técnica Nacional 9: 196- 208.

Norma IRAM – SAIPA N 18 933. (1981). Aceites esenciales. Aceite de orégano español.

Norma IRAM – SAIPA N 18 542. (1984). Aceites

esenciales. Aceite de romero.

Norma IRAM – SAIPA N 18 559. (1987). Aceites esenciales. Aceite de tomillo.

Palma L., Ochoa S., Gómez A., Solís E., Aldana D., Moorillón G., Loya M. (2020) Evaluación de la propiedad antimicrobiana y antiadherente del sulfato de cobre (Cu_2SO_4) y monoterpenos sobre *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus mutans*. Acta univ vol.29 México 2019 Epub 10.

Rodas Ceballos M. (2012). Análisis de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos de un aceite esencial de romero obtenido por medio de la destilación por arrastre de vapor. Tesis de grado. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.

Tariq R., Naqvi S., Choudhary M., Abbas _A (2010) Importance and implementation of essential oil of Pakistanian *Acorus calamus* Linn as a biopesticide. Pakistan J. Bot. 42:2043–2050.

Ultee A. and Smid J. (2001). Influence of carvacrol on growth and toxin production by *Bacillus cereus*. International Journal of Food Microbiology, 64(3): 373–378.

Vituro C., Molina A., Villa W. y Heit C. (2010). Characterization of *Origanum* species grown in Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina, through the study of the essential oils. Molecular Medicinal Chemistry 21:73 - 79. Recuperado de: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/57839/CONICET_Digital_Nro.40205e38-acea-479fb98bbc923754695_X.pdf?sequence=5&isAllowed=y



PROGRAMACIÓN LINEAL CON SOLVER APLICADA EN ESTUDIOS DE ALTERNATIVAS PARA REEMPLAZAR EL TABACO EN EMPRESAS DE LOS VALLES DE JUJUY

LINEAR PROGRAMMING WITH A SOLVER APPLIED IN STUDIES OF ALTERNATIVES TO REPLACE TOBACCO IN COMPANIES IN THE JUJUY VALLEYS

Oswaldo David Montenegro*

Cátedra Administración Agraria. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy (UNJu). Alberdi N° 47, San Salvador de Jujuy. Jujuy. Argentina. (C.P. 4600)

*Autor para correspondencia:
montear@fca.unju.edu.ar

Licencia:
[Licencia Creative Commons](#)
[Atribución-NoComercial-](#)
[CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

Período de Publicación:
Julio 2021

Historial:
Recibido: 04/03/2021
Aceptado: 28/05/2021

RESUMEN

El sector tabacalero se caracteriza por sostener un sistema de producción con alta demanda mano de obra y agroquímicos para obtener rendimientos elevados y calidad de hoja por ha plantada. A la fecha no reciben un buen precio y plantean realizar actividades alternativas o complementarias. El objetivo del trabajo es realizar un estudio técnico – económico – financiero, con enfoque agroecológico orientado a la generación e innovación de nueva producción con criterios de sostenibilidad.

La metodología consiste en encuestas, entrevistas y observación participante a un líder en cultivos agroecológicos de El Carmen. Desde un análisis horizontal y vertical de la empresa a partir de un análisis por actividad y unidad de negocio (tabaco, hortalizas, granos, frutales, servicios de maquinaria) se infiere la eficiencia por actividad. El uso de Programación Lineal con Solver combina las actividades y recursos disponibles, el resultado obtenido de máximo beneficio para 10 ha disponibles se alcanza con 3 ha de palto y 4 ha de vid.

El método de Programación Lineal con Solver, facilita el modelizar, describir y analizar en detalle desde escenarios posibles las nuevas alternativas. Es una herramienta no frecuentemente utilizada en el campo jujeño y resulta eficaz en la resolución de problemas de planificación.

Palabras clave: cultivos alternativos, diversificación, programación lineal con Solver, tabaco

SUMMARY

The tobacco sector is characterised for sustaining a production system, with high demand for labour and agrochemicals to obtain abundant yields

and quality of leaves per planted hectare. To the date, they do not receive a worthy price and they are planning to carry out alternative or complementary activities. The objective of the work is to carry out a technical, economic, and financial study, with an agro-ecological approach focused on the creation and innovation of a fresh production with sustainability criteria. The methodology consists of surveys, interviews, and a participant observation of a leader in agro-ecological crops from El Carmen. The efficiency by activity is inferred from a horizontal and vertical research of the company based on a study in activity and business area (tobacco, vegetables, grains, fruit trees, machinery services). The use of Linear Programming with Solver combines activities and resources available, the maximum yield for 10 ha available is achieved with 3 ha of avocado and 4 ha of vine.

The Linear Programming method with Solver facilitates showing, describing and analysing in detail the new alternatives from possible scenarios. In fact, it is a tool not frequently used in Jujuy fields and is effective in solving planning problems.

Keywords: alternative crops, diversification, linear programming with Solver, tobacco

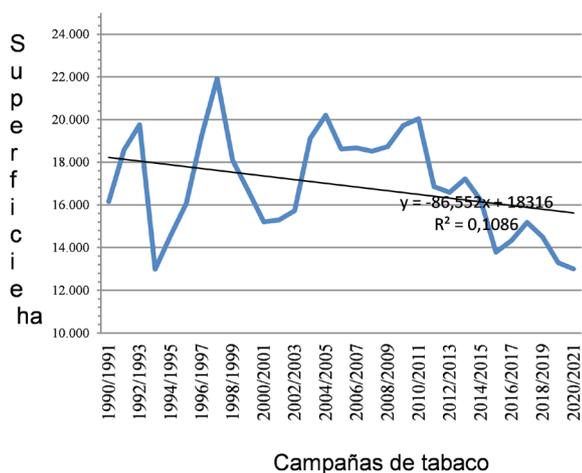
INTRODUCCIÓN

En los últimos años la campaña de la Organización Mundial para la Salud en contra del tabaco y la adhesión de Argentina en el año 2003 ha creado problemas al sector tabacalero al imponer altos precios e impuestos al paquete de cigarrillo para desalentar su consumo y el cambio de rubro de las compañías de tabaco a la producción de alimentos. Asimismo, distintos gobiernos de la nación han impulsado retenciones y manejo del Fondo Especial del Tabaco (FET), esto ha intensificado la crisis económica-financiera en las unidades de producción de pequeños y medianos productores que comenzaron a reducir la superficie (Fig. 1) plantada por no poder cubrir costos.

En este trabajo inicialmente se describe la evolución del sector tabaco en Jujuy en los últimos 30 años a partir de datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Nación (MAGyP) desde del área Tabaco, no se plantea un análisis profundo desde las estadísticas por no

ser objeto del trabajo. En 30 años de actividad tabacalera en la Provincia, se observan variaciones en la superficie cultivada desde la campaña 1991 y desde 2011/12 comienza la declinación en la superficie plantada. Inicialmente el precio que pagaban las compañías de tabaco y la aparición de la Cooperativa de Tabaco Jujuy Ltda. (CTJ) a pesar de los bajos rendimientos, la plantación de 2 ha de tabaco generaba altos beneficios a la unidad de producción. Luego la tecnología planteó cambios que los pequeños productores no podían asumir por los costos y allí comienzan los descensos de superficie plantada y rendimientos-calidad.

En la Figura 1 observamos las variaciones de superficie cultivada en hectáreas de las campañas 1990/2021.



Fuente: Elaboración Propia en base a datos de MAGyP; CTJ y Cámara Tabaco Jujuy

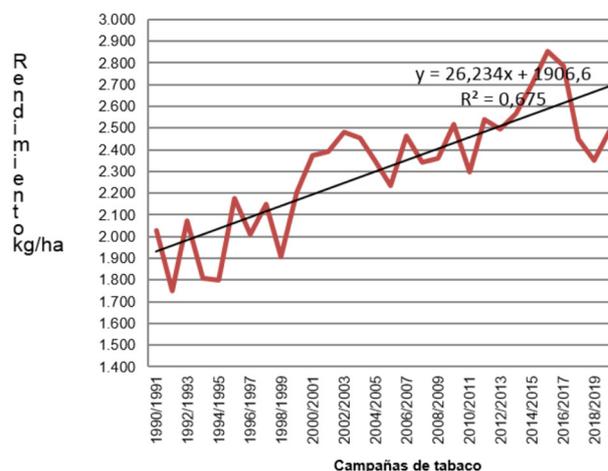
Figura 1. Superficie cultivada en Jujuy en Campaña 1990/2021 en ha

Una característica de las unidades de producción es el predominio de un 57% del tipo familiar con 10-80 ha y empresarial con superficie mayor a 100 ha. La Figura 1 muestra una tendencia negativa con la caída de la superficie plantada desde el año 2012, los productores explican que son varias las razones: a) la adhesión en el año 2003 de Argentina a favorecer el no consumo de cigarrillos b) las políticas de impuestos y alto precio al paquete de cigarrillo; c) la enfermedades y factores climáticos y el precio que se establece al cierre de cada campaña, no antes de la plantación; f) el costo energético de luz y gas que se vuelve una gran restricción al momento de definir cuánta superficie plantar.

Asimismo los pequeños productores sostienen: *“el gobierno jujeño ha buscado la desaparición de los pequeños productores tabacaleros y favorecido el arrendamiento de esas tierras a los productores grandes...tenemos 3 mil hectáreas y 100 productores menos, las cosas no se hicieron bien...”* (Productor S. Moya).

En la Figura 2 se tiene la evolución del Rendimiento kg/ha en 30 años de producción en Jujuy donde se calcula un promedio de 2.313 kg/ha y la tendencia siempre positiva. Es la provincia con mas alto rendimiento en el país y obedece a la aplicación

de tecnologías en lo que se refiere a variedades, manejo técnico, cosecha y estufado. El productor parte del lema: *“la hoja que no se hace bien en el campo, el estufado no la mejora y perdemos calidad”*.



Fuente: Elaboración Propia en base a datos de MAGyP; CTJ y Cámara Tabaco Jujuy

Figura 2. Rendimiento en kg/ha en Campañas 1990/2019

El rendimiento y la superficie son las herramientas que utilizan los productores para intentar cubrir los costos que el precio del tabaco alcanza a cubrir, este juego es la base de la sobrevivencia de las unidades de producción. Desde el punto de vista técnico la elección de variedades, manejo del cultivo y la tecnología empleada post cosecha, son las que en algunos casos permiten alcanzar hasta los 3.500 k/ha.

Los productores consideran que son tres los factores en contra del rendimiento: a) el clima: granizo o lluvias permanentes durante la cosecha; b) enfermedades o plagas; en los últimos años apareció la enfermedad “amarillamiento” y c) falta de capital para comprar abono o agroquímicos por estar dolarizados.

La Provincia tiene una producción promedio de 36 millones de kilos de los cuáles se exporta un 83% a mercados de China y otros países. Este rendimiento coloca a Jujuy como líder en producción por unidad de superficie, superando a

las restantes provincias.

En la Figura 3 se observa la evolución del precio en \$ constante/kg de tabaco en las campañas en 30 años. La fijación del precio se realiza como una puja de intereses desde los distintos sectores: oferta y demanda; la intención es llegar a un acuerdo de precio que permite continuar en la actividad: plantar tabaco y producir cigarrillos a bajo costo.

El sector tiene la ventaja de fijar el precio del kilogramo a través de un mecanismo que tiene dos componentes: a) El productor recibe un pago por el tabaco entregado en las bocas de acopio y b) Luego recibe otro pago o “sobrepeso” que proviene del Fondo Especial del Tabaco, se trata de un porcentaje de los impuestos que paga el fumador o consumidor de cigarrillos.

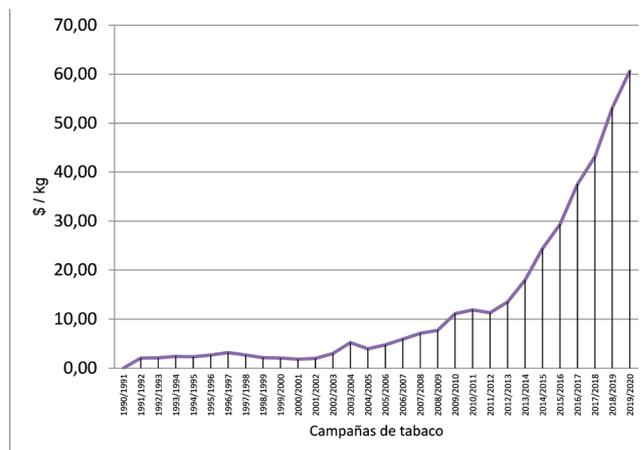
La no demanda de paquetes de cigarrillos obliga a las fábricas a no comprar tabaco y el productor recibe disminuido el precio del FET y existe un efecto negativo en la cadena hacia el interior de la unidad de producción y en algunos casos hasta con los proveedores.

A partir de la campaña 2012/2013 comienza un fuerte ascenso del precio, se considera que esto obedece a las discusiones del sector con las compañías de tabaco; industrias del sector; representantes de los gobiernos de las provincias tabacaleras y las cooperativas-cámaras de Salta y Jujuy.

Se plantea inicialmente un análisis de la realidad micro y macro económica de la situación país y su impacto en la actividad del tabaco. En acuerdo se fija un incremento en el precio del kg de tabaco para la campaña respecto al precio de la campaña inmediata anterior, se tiene en cuenta los costos de producción, las variables cambiarias del dólar y los precios internacionales.

Normalmente los representantes de la industria y compañías de tabaco al inicio de cada campaña plantean el rechazo al costo propuesto por el sector

y sostienen la incertidumbre de fijar el precio desde noviembre a diciembre. Luego acuerdan sobre cuatro o cinco encuentros donde participan los representantes del sector productivo y gobierno.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de MAGyP; CTJ y Cámara Tabaco Jujuy

Figura 3. Evolución Precio en \$ constante/kg tabaco de Campañas 1990/2019

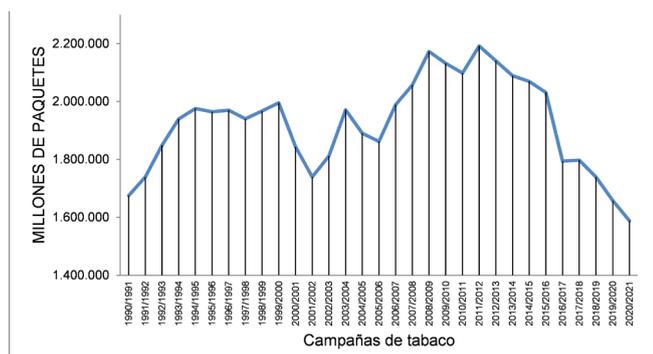
Los productores coinciden en señalar que hasta la Campaña 2003/2005 los Ingresos Totales no superaban a los costos de producción; a partir del 2006 comienza una mejora hasta el año 2010 y luego comienza una tendencia positiva, pero sin cubrir los costos indirectos.

Los productores manifiestan: *“expresado en dólares para unos 2.000 kg/ha tenemos un costo de 4,30 dólares/kilogramo y un Ingreso Total de 5 dólares/kilogramo, es decir una diferencia de apenas 0,70 dólares/kg, no perdemos pero no se gana mucho...”*.

Es casi una norma que el precio se encuentre unos puntos por debajo del costo de un kilogramo de tabaco; los compradores dicen: *“...se busca pagar menos a los fines de plantearse una estrategia de comercialización que permita maximizar las ganancias a partir de fabricar cigarrillos a un bajo costo ante los impuestos que luego paga el consumidor”*.

La Figura 4 a partir de datos del MAGyP de la nación muestra las variaciones de venta de

paquetes de cigarrillos en el período 1990/2020, observándose un aumento importante en las ventas desde el año 2005 al 2012. En este último año el marco de un Convenio Marco para el Control del Tabaco (CMCT) el gobierno nacional aplica medidas impositivas para la reducción del consumo de tabaco a partir de la fijación de precios e impuestos y en el 2013 estas políticas impulsaron el desaliento en el consumo de cigarrillos.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de MAGyP; CTJ y Cámara Tabaco Jujuy

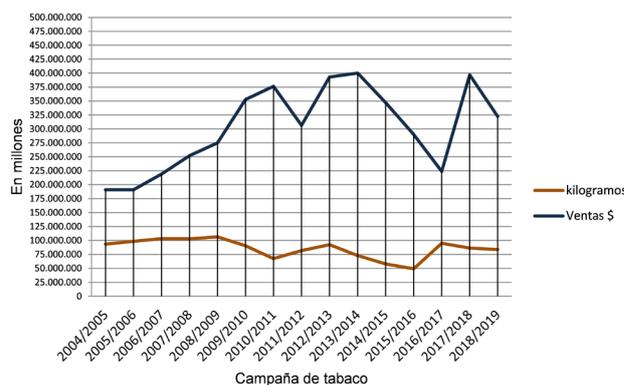
Figura 4. Venta de paquetes de cigarrillos en las Campañas 1990/2020

En lo que respecta a agregado de valor al tabaco jujeño, se creó la fábrica de cigarrillo CJ por la CTJ en el año 2003 a partir de una integración vertical. En el año 2013 entra en un proceso de pérdidas de activos y convocatoria de acreedores: *“...la situación era irregular en esta fábrica, no había balances presentados, los productores no tenían acceso a la información, había un desorden de magnitudes terribles.”* (Hueda, B. Presidente CTJ).

Durante el año 2020 se ha reiniciado negociaciones para que la marca CJ, pueda volver con la empresa Cigarrillos y Tabacos SA para elaborar y comercializar cigarrillos sin impuestos y ventas a mitad de precio en Jujuy.

Respecto a las exportaciones que realiza la Provincia, se parte de la calidad de las hojas a lo largo de la clasificación según el patrón tipo vigente. A partir de datos del MAGyP de la nación, se elabora la Figura 5 donde se aprecia los kilogramos exportados de tabaco Virginia por las provincias

de Jujuy, Salta y Misiones con tendencia negativa y los pesos recibidos en la comercialización con pendiente positiva. Esta caída es coincidente con las recomendaciones de la OMS en lo que respecta a aumentar impuestos para disminuir la cantidad de fumadores e impactando en las fábricas que no pueden comprar tabaco.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de MAGyP; CTJ y Cámara Tabaco Jujuy

Figura 5. Exportaciones en kgs y ventas a pesos constantes en Campañas 2004/2019

Las variaciones en las ventas a pesos constante se realiza según el acuerdo del libre juego de la oferta/demanda, por ejemplo China necesita de una mayor cantidad de tabaco para producir cigarrillos baratos, por lo que acuerdan compras a la Argentina exigiendo calidad. Los precios chinos generan buenas expectativas en los tabacaleros para producir tabaco Virginia de primera calidad para la exportación. La Argentina exporta un 95% de lo producido a China y el resto a Bélgica, Alemania, Paraguay, Rusia, Brasil y Turquía. Otros países también compran en forma aislada y en menor volumen, no ofrecen tal como lo muestra el gráfico un precio con una tendencia positiva permanente por el contrario existen altibajos en cada campaña.

Los productores sostienen que el gobierno nacional tendrá que analizar la eliminación del 12 % a las exportaciones de tabaco y tener en cuenta los ingresos que genera la actividad para las arcas de la nación y las provincias vendedoras de tabaco. Un productor dice: *“...siempre tenemos*

expectativas cada año de que nos vaya mejor, hoy tenemos la esperanza que China renueve sus ganas de comprar. Y las malas campañas queden en el pasado". (S.Parra, productor).

Respecto a la alternativa de diversificar o realizar actividades complementarias, desde el FET y el Consejo Federal de Inversiones, han impulsado acciones con resultados dispares: virreyna, tuna, durazno, higos, alcaparras, palto, turismo rural y vid, entre otros. Los trabajos realizados desde Secretaría de Ciencia y Técnica y Estudios Regionales UNJu (SECTER-UNJU) desde la Cátedra de Administración Agraria sobre cómo administran los productores tabacaleros, desde el año 2008, señalan la necesidad de un sistema de costo y gestión del planeamiento como herramienta para mejorar la gestión en términos de eficiencia y eficacia.

En los últimos 5 años el equipo de investigadores de SECTER UNJu de Administración Agraria se ha venido planteando las siguientes preguntas: ¿Cuál es la alternativa o el cultivo complementario? ¿Se requiere de mano altamente capacitada y una mayor inversión?; ¿Cuáles son los resultados de la empresa al proponer la producción de frutales con demanda en el mercado?.

En los últimos diez años han ocurrido una serie de profundos cambios en el sector, algunos inducidos desde la política provincial y otros por la interacción de factores sociales – económicos - políticos. Por ejemplo la conversión de tierras tabacaleras en loteos inmobiliarios ante la falta de tierras para el avance urbano; la desaparición de pequeños productores que venden sus tierras a productores medianos o grandes y la actividad se va reduciendo a productores capitalizados y diversificados en producción de granos o ganadería en otros campos.

El gobierno de la Provincia de Jujuy viene impulsando desde el año 2015 el cambio de la matriz productiva: litio, energía solar, cannabis medicinal, economía del conocimiento y desarrollo de software. La participación del tabaco en el

Producto Bruto Geográfico hasta el año 2014 según datos de la Subsecretaría de la Programación Microempresas de Jujuy se estima en un 35,7%, considerándose a la actividad como la principal contribuyente a las arcas del estado provincial y nacional. El gobernador de la provincia sostiene en su discurso: *"Que todos los productores de tabaco planten cannabis porque van a ganar mucha más plata y le van a dejar más renta a la provincia, vamos a poder cobrar más impuestos y tener más recursos para darla a la gente que menos tiene"* (La Nación, 09/04/2021). Esto ha generado el enojo del sector y comenzaron a manifestarse con piquetes de tractores en las rutas nacionales ante el no pago del FET a tiempo. Estas acciones han logrado la aprobación en la nación de la transferencia automática del FET a los productores y un mejor precio para la campaña 2020/21. Podemos observar que surge como una consecuencia directa de estos cambios la no importancia del tabaco como un motor generalizado en la economía jujeña. La revitalización de la actividad agropecuaria desde la diversificación o cultivos alternativos complementarios permite la aparición de nuevos procesos y protagonismos en el sector.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el marco de 3 proyectos de investigación realizados desde SECTER UNJu entre los años 2008 a 2020. Las investigaciones estuvieron centradas en cómo administran los pequeños y medianos productores tabacaleros- horticultores y ganaderos de valles y ramal de Jujuy; los problemas de organización y agregado de valor y comercialización-mercadeo.

Se utilizó como herramientas la entrevista y encuesta, a los fines de poder definir las características personales, aptitudes, actitudes, motivaciones, intereses, entre otros de los productores. Y la observación participante, a los fines de participar directamente en actividades cotidianas y tener una mejor comprensión de la realidad.

En una primera etapa se realizó una revisión

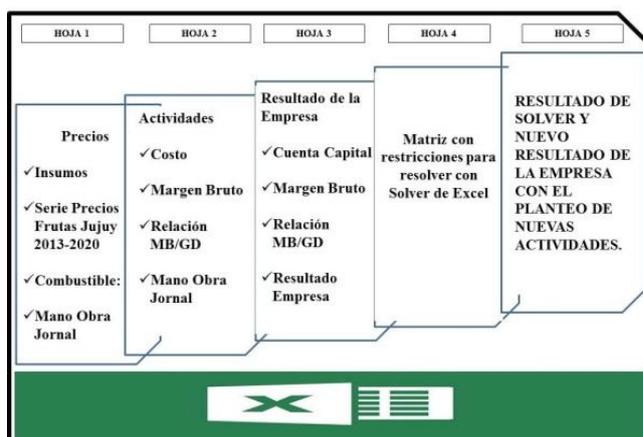
exhaustiva de la bibliografía de experiencias sobre diversificación y trabajos realizados por instituciones públicas y privadas (INTA; AACREA; Sociedad Rural Argentina, CFI, etc.).

En un segundo paso se definió cuál-cuales productores y se convino en seleccionar uno de los 20 que participa desde el año 2008 en los trabajos de investigación de SECTER UNJu.

La selección del productor se ajustaba a un perfil de líder definido a los fines del estudio: a) Busca alternativas innovadoras a sus problemas; b) Liderazgo basado en valores ante sus pares; c) Genera espacios de diálogos para la expresión libre de los subordinados; d) Busca el bienestar de todos. Un solo productor reunía estas condiciones, además viene incursionando en el cultivo de hortalizas agroecológicas: frutilla, maíz, zapallo, acelga, plantas aromáticas con buenos resultados a pesar de vender al pie.

Se utiliza luego del análisis y procesamiento de datos la Programación Lineal con Solver como una herramienta para la toma de decisiones porque nos permite maximizar los beneficios a partir de una solución óptima o el plan óptimo el cual indica la cantidad de ha a realizar con las actividades productivas propuestas y las restricciones existentes en la unidad de producción.

El modelo matemático se ha desarrollado sobre planilla electrónica de cálculo Solver de Excel y se lo estructura de acuerdo a los pasos a seguir hasta encontrar el plan óptimo en hojas que enlazadas entre sí según la Figura 6.



Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Estructura de Modelo para Programación Lineal con Solver

Podemos decir que se trata de una investigación descriptiva al definir cada variable del proceso y se basa en el desarrollo de un modelo de programación lineal que permite optimizar la producción frutícola y maximizar sus ingresos. El modelo matemático propuesto busca el mejor resultado a través de ecuaciones lineales según las variables y restricciones del caso.

La información recopilada proviene de fuentes de datos primarias y secundarias que conducen a alcanzar el objetivo planteado. Los datos primarios son toda la información recabada de la unidad de producción y sus procesos.

Los datos secundarios es la bibliografía consultada como referencia.

El objetivo principal es optimizar la producción teniendo en cuenta rendimientos de las actividades propuestas, costos que se incurren y los precios de insumos, mano de obra, gasoil y de venta de los productos.

La Figura 6 nace de trabajos realizados por la Cátedra de Administración Agraria con Excel a manera de programa que sirve para crear y manipular tablas de datos , gráficos y bases de datos.

Se parte de la construcción de pequeños programas, donde se introducen datos de entrada

y se realiza en forma automática una serie de operaciones encadenadas o sucesivas en las que cada una de ellas hace referencia a operaciones o valores ubicados en celdas anteriores y de esta manera alcanzar un resultado o un producto de salida, en este caso el máximo beneficio aplicando PL con Solver.

La Figura 6 se explica lo siguiente:

En Hoja 1 tenemos Precios, consiste en una base de datos sobre precios de insumos tomados en casas de comercialización de agroquímicos de Perico y la ciudad de San Salvador. La serie de Precio de frutas se realiza desde el año 2003 a la fecha y se trabaja con precios constantes. Los precios de Combustibles: gasoil se toma en la ciudad de Perico y en este caso el productor no lo considera una restricción para el estudio. El salario de la Mano de Obra corresponde a lo que indica la Unión Argentina de Trabajadores Rurales y Estivadores (UATRE), incluyendo vacaciones, aguinaldo y antigüedad.

La Hoja Nº 2 se vincula a la Nº 1 a los fines de estimar el Costo, Margen Bruto (MB) ex antes; Gasto Directo (GD) y el índice de relación MB/GD (Índice Margen Bruto/Gasto Directo nos dice por cada peso gastado cuantos pesos gana), el planeo tecnológico y los jornales necesarios para las actividades de los diversos frutales.

La Hoja Nº 3 se plantea desde una tasación rural el Capital Agrario y todas sus componentes para determinar las Amortizaciones y el Interés.

Se calcula el MB ex post de acuerdo a las actividades que se ha planteado el productor, la relación MB/GD y el Resultado de la empresa.

La Hoja Nº 4 es el planteo de la Matriz de Solver con las restricciones de acuerdo a lo acordado con el productor.

El resultado de Excel incluye los escenarios posibles y también se trabaja con el post optimal. En esta hoja se combinan las Hojas Nº 2-3.

La Hoja Nº 5 es el Resultado de Solver utilizado en el cálculo del nuevo Resultado de la Empresa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio en la zona se realiza en una unidad de producción de 80 ha de superficie, dispone de agua para riego e infraestructura necesaria para la producción de tabaco desde hace 60 años. El planteo productivo inicial es el planteado por el productor para la campaña 2018/2019, en Tabla 1, elaborada por el propio empresario.

El productor elabora el MB sobre datos propios de las actividades que realiza en lo que se refiere a precio de insumos de casas de ventas de agroquímicos en Perico; el costo de la maquinaria corresponde a lo que cobran los contratistas en el área para el servicio de laboreo del suelo; la mano de obra según el Estatuto del Peón Rural o UATRE, todos registrados y con su correspondiente ART y el precio del producto es el que recibe al pie por los compradores que provienen de Córdoba para el maní; de Buenos Aires y heladerías locales para la frutilla; el tabaco de la negociación en el mes de marzo/abril y el FET y arveja-arvejón de compradores de ferias locales que llegan hasta la unidad de producción.

Tabla 1. Actividades y MB \$/ha Campaña 2018/2019 propuestas por el productor

Cultivo	MB \$/ha	Ha Proyect	MBT \$
Tabaco	69.223	60	4.153.380
Mani	48.633	5	243.165
Arvejon	13.280	10	132.800
Arveja	12.033	4	48.132
Frutilla	2.819.169	1	2.819.169
			7.396.646

Fuente: Elaboración propia sobre datos del productor

El MB es una medida de tipo financiero que

se utiliza con mayor frecuencia en los sistemas agrícola-ganadero ganaderos para conocer la cantidad de dinero "producido" por la empresa (el dueño y su familia), después de pagar todos los costos ocurridos durante en el proceso de producción.

El empresario cada año plantea como utilizar la tierra, de acuerdo a la Tabla 1; obtiene los MB de cada actividad y luego planifica cuánto realizar de cada actividad para la campaña.

El MB es una herramienta que el productor utiliza para analizar el resultado de las actividades al comparar diferentes tecnologías o calcular el resultado de cultivar una nueva actividad para diversificar. El MB le señala cuánto dinero le queda del producto cosechado y vendido después de haber pagado todos los gastos. En este caso se estima alcanzar un Margen Bruto Total (MBT) que surge de sumar el Margen Bruto Parcial (MBP) de cada una de las actividades propuestas de 7.396.346 \$.

La descripción del Capital Agrario se realiza según los factores agropecuarios que la constituyen: Recursos Naturales (tierra, agua, clima); Trabajo (familiar, asistencia técnica, peones); Capital (fundario y de explotación) y Gestión Empresarial.

Asimismo, teniendo en cuenta estos factores de la producción el cálculo del costo estima la correspondiente retribución a cada uno de ellos. En este punto se ha necesitado de horas de conversación con el empresario a los fines de hacerle comprender que el concepto de costo y su importancia para la actividad del tabaco y surgen de las decisiones de gestión que se plantean en la empresa.

Para el cálculo de las Medidas de Resultados, se utiliza la metodología de propuesta por Frank (1995). Plantea como un primer indicador del resultado económico el Ingreso bruto (o Valor de la Producción), que incluye además de las ventas, el valor de las diferencias monetarias de inventario y de las transferencias internas.

La diferencia entre el Ingreso Bruto de una actividad y sus Gastos Directos se denomina Margen Bruto. Restándole los Gastos de Estructura se obtiene el Resultado Operativo, representa el resultado en efectivo o financiero de la empresa durante el ejercicio analizado.

La diferencia entre el Margen Neto y las Amortizaciones constituye el Ingreso Neto que permite la retribución a los factores propios de la empresa. Seguidamente al Ingreso Neto le restamos la retribución al empresario, se obtiene el Ingreso al Capital.

Finalmente se restan los Intereses y obtenemos la Utilidad Líquida.

La Tabla 2 se elabora a partir de datos de la tasación realizada que nos permite determinar las Amortizaciones y los Intereses. La Mano de Obra es lo que el productor considera necesario ganar de acuerdo a las leyes sociales vigentes.

Tabla 2. Medidas de Resultado en pesos constantes de actividades propuestas por el productor

MARGEN BRUTO	7.396.646
GASTO ESTRUCTURA	7.807.417
MARGEN NETO	-410.771
AMORTIZACIONES	2.616.403
INGRESO NETO	-3.027.174
MANO OBRA PROD Y FLIA	960.000
INGRESO AL CAPITAL	-3.987.174
INTERESES	2.630.516
UTILIDAD LIQUIDA	-5.657.690

Fuente: Elaboración propia sobre datos del productor

En la Tabla 1 se observa que las actividades propuestas por el productor generan un Margen Bruto Global o Total de 7.396.646 \$, donde la actividad tabaco aporta el 56%, frutilla 38%, maní 3%, arvejón 2% y arveja 1% al MBT. Si bien el maní aparece en tercer lugar, desde el punto de vista comercial fue el más buscado por la demanda de Córdoba quienes exigieron el tostado y ofrecieron un mejor precio respecto al mercado local.

Toda la producción se vende al pie a un precio un 60% por debajo de lo que paga la demanda en los mercados y ferias.

Los Gastos de Estructura entre otros implican a 5 peones permanentes y un capataz, estos vienen trabajando desde el año 2005 y se ha logrado su permanencia por actividades complementarios sin llegar al despide hasta la próxima campaña.

En resumen, las actividades propuestas incluyendo tabaco cubren los Gastos de Estructura en un 80%-90%, no alcanza a cubrir Amortizaciones, Mano de Obra Productor y Familia e Intereses. Este cálculo de resultados económico fue analizado conjuntamente y se realizó un diagnóstico participativo con aportes muy importantes para el futuro de la empresa. Se coincide en realizar el análisis horizontal y vertical de la empresa a partir de un análisis individual por actividad y unidad de negocio (ejemplo tabaco, hortalizas, granos, frutales, servicios de maquinaria), de esta manera se puede inferir la eficiencia por actividad y luego la posibilidad de combinación de actividades con la asignación de los recursos disponibles en un nuevo proceso productivo. Se logra el siguiente acuerdo:

- Estudiar actividades de producción de frutales en el marco del concepto de Agroecología para una superficie de 10 ha.

- Las actividades productivas se realizan bajo el concepto de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

- Realizar encuentros de capacitación sobre los aspectos de administración de la empresa y BPA para el personal de la empresa.

- Aprobado el plan las actividades se inician en mayo de 2020.

- Los estudios a realizarse tienen que sostener la cantidad de mano de obra de 5 peones permanentes como una condición estricta.

El modelo matemático propuesto tiene 2 partes: la función objetivo lineal y las restricciones o desigualdades lineales planteadas por el productor. Para la construcción de estas partes se trabaja con la información de la Fig. 6 desde las hojas 1-2-3 que nos ayudó a determinar: a) cultivos o actividades que se podían explotar de acuerdo con las características físicas de la finca, su ubicación y tierra disponible. b) Requerimientos de mano de obra. c) GD y MB por actividad/ha proyectada en el período de estudio. d) Monto de la inversión inicial que se dispone.

La función objetivo (Z) de maximización está constituida por las variables (actividades) y por los coeficientes MB y Superficie(S); expresado de la siguiente forma:

$$Z \text{ (Máximo Beneficio)} = MB \text{ palto} \times S \text{ palto} + MB \text{ durazno} \times S \text{ durazno} + MB \text{ vid} \times S \text{ vid}.$$

El MB por hectárea proyectado para cada cultivo se calcula tomando en cuenta el Ingreso Bruto desde el rendimiento estimado en la zona, multiplicado por el precio promedio del mercado local y Mercado Central de Buenos Aires. Luego se le descuentan los GD correspondientes a cada actividad.

Las restricciones están conformadas por los coeficientes que representan las necesidades de mano de obra, tierra y capital. Los valores del lado derecho de las restricciones constituyen la disponibilidad de recursos materiales: tierra para la plantación, disponibilidad de recurso financiero y disponibilidad de recursos humanos como la mano de obra.

Se presentan a continuación las restricciones en formato estándar:

- 1. Tierra: 1ha + 1 ha + 1 ha ≤ 10 ha
- 2. GD : 479.685 + 385.255 + 1.473.248 ≤ 7.000.000 \$
- 3. Mano Obra: 230 + 215 + 350 ≤ 2.000 jornales

El planteo consiste en la producción de durazno, vid de mesa y palto en la superficie disponible de 10 ha, se encuentra protegida en forma perimetral por una cortina forestal, dispone de buenos suelos, agua y se encuentra cerca de la vivienda para evitar robos de terceros.

El productor dispone de 7.000.000 \$ que tendría que destinar si decidiera cultivar tabaco en esa superficie.

Los GD de las actividades surgen del estudio realizado del MB de cada actividad, con precio a Marzo 2021 del mercado local de Jujuy en Tabla 3: Durazno: 385.255\$/ha; Palto 479.685 \$/ha y Vid: 1.473.249 \$/ha.

Tabla 3. MB/ha de actividades propuestas como alternativas para el cálculo del máximo beneficio de la unidad de producción

ITEMS	Durazno	Palto	Vid
Gastos Imp. y Protección	178.166	175.556	1.106.694
Gastos Cosecha	87.850	190.555	366.555
Gastos Comercialización	128.640	113.574	0
Total Gastos \$/ha	385.256	479.685	1.473.249
Gasto/kg	73	53.3	73
Precio esperado /kg	95	69.3	95
Rendimiento kg/ha	5.250	9.000	20.000
Precio mercado local kg	153	210	183
Ingreso Bruto \$/ha	804.000	1.892.910	3.661.215
Margen Bruto \$/ha	418.744	1.413.224	2.187.965

Fuente: Elaboración propia

Respecto a Mano de Obra se dispone de 5 peones permanentes que totalizan 1.500 jornales y 15 peones transitorios. El empresario considera un total de 2.000 jornales para las actividades frutales, para no tener bajas en el personal. El estudio del MB incluye los jornales de Durazno: 215 jornales; Palto: 230 jornales y Vid: 350 jornales.

En lo que se refiere al combustible, se decide realizar las actividades necesarias para el laboreo del suelo, por cuanto se trata de una inversión en el largo plazo, por lo tanto considera que no es una restricción a considerar en el estudio.

Una vez definidas estas restricciones se plantea el problema a resolver con el Método Simple por Programación Lineal (PL) utilizando Solver de Excel con la siguiente matriz propuesta y el resultado obtenido en la Tabla 4:

Tabla 4. Matriz con actividades y restricciones propuesta para resolver PL con Solver de Excel

	PALTO	DURAZNO	VID	MAX BENE	
MB	1.410.315	417.995	2.186.751		
has realizar	3	0	4	12.418.198	
RESTRICCIONES					
TIERRA	1	1	1	7	10
GD	479.685	385.255	1.473.249	7.000.000	7.000.000
MANO OBRA Jornales	230	215	350	2.000	2.000

Fuente: Elaboración propia

Una vez procesado el modelo, se obtienen los datos más importantes que es el máximo beneficio y la solución óptima o plan de producción óptimo. Estos datos son los que pueden ayudar al productor a tomar decisiones relevantes en la gestión administrativa de la unidad de producción.

A partir de la función objetivo planteada para el modelo propuesto la resolución con PL aplicando Solver de Excel nos plantea:

$$Z \text{ (Máximo Beneficio)} = \text{MB palto} \times \text{S palto} + \text{MB durazno} \times \text{S durazno} + \text{MB vid} \times \text{S vid}.$$

$$Z \text{ (Máximo Beneficio)} = 1.410.315 \text{ palto} \times 3 \text{ ha S} + \text{MB durazno} \times 0 \text{ ha} + 2.186.751 \text{ vid} \times 4 \text{ ha}.$$

$$Z \text{ (Máximo Beneficio)} = 1.410.315 \text{ palto} \times 3 \text{ ha palto} + 2.186.751 \text{ vid} \times 4 \text{ ha}.$$

$$Z \text{ (Máximo Beneficio)} = 12.418.198 \$$$

La solución óptima nos dice que se tiene que plantar 3 ha de durazno y 4 ha de vid de las 10 ha propuestas por el productor.

Si las variables de la función objetivo son sustituidas por estas superficies, se obtiene entonces el valor óptimo y maximiza la función objetivo.

El análisis de confidencialidad nos dice que la ganancia por cada unidad de Tierra que se incrementa es 0.

Por cada unidad adicional de Gastos Directos se incrementa la ganancia en 0,05.

Por cada unidad adicional de Mano de Obra la ganancia aumenta 6.017\$.

Asimismo los rangos en los cuales la Función Objetivo pueden variar para que la solución se mantenga en Palto es Permisible Aumentar en 26.693\$ o Permisible Reducir en 698.316\$, respecto a la Vid es Permisible Aumentar en 2.144.727\$ y Permisible Reducir en 40.619\$.

Finalmente los rangos en los que pueden variar los recursos disponibles los podemos resumir en: a) La Tierra puede aumentar hacia Infinito y es permisible reducir 3.2 ha; b) Los Costos Directos pueden aumentar hasta 1.418.565\$ y es permisible reducir en 2.828.286\$; c) La Mano de Obra puede aumentar hasta 566 jornales y es permisible reducir en 337 jornales.

Finalmente a partir del MBT de las actividades 3 ha de palto y 4 ha vid de mesa, atento a las consideraciones de restricción propuesta por el productor, se tiene la Tabla 4 con el impacto en las Medidas de Resultado de la empresa .

Tabla 5. Análisis de la nuevas Medidas de Resultado de la Empresa

RESULTADO EMPRESA	\$
MARGEN BRUTO	12.418.198
GASTOS ESTRUCTURA	7.994.706
MARGEN NETO	4.423.492
AMORTIZACIONES	2.616.402
INGRESO NETO	1.807.089
MANO OBRA PROD. Y FLIA	960.000
INGRESO AL CAPITAL	847.089
INTERESES	361.417
UTILIDAD LIQUIDA	485.671

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 4 nos muestra que se cubren los Gastos de Estructura que incluye a los 5 peones, un capataz y agrega mas jornales; las Amortizaciones; Mano de obra del productor y su familia y los intereses.

Se alcanzar una Utilidad Líquida del orden de los 485.671\$.

Se plantearon otros escenarios con PL incluyendo cultivos de hortalizas: apio, frutilla, flores de corte, arveja, melón y chaucha con resultados favorables siempre como actividades alternativas y no complementarias.

El tabaco con otras actividades complementarias disminuye la superficie a plantar hasta 6 - 10 ha a los fines de plantearse actividades que mejoren el resultado de la empresa.

CONCLUSIONES

El trabajo de investigación permite responder al objetivo, en el aspecto económico - financiero, con enfoque agroecológico desde actividades que se proponen como alternativas de producción.

En cuanto al método de Medidas de Resultado y PL utilizado, ha facilitado el modelizar, describir y analizar en detalle desde escenarios posibles las alternativas complementarias al tabaco. El uso de los modelos de PLineal es una herramienta importante para la toma de decisiones en cuanto a la transformación de los insumos disponibles en un producto final y en la resolución de problemas de gestión en la empresa.

Del trabajo propuesto se puede concluir en:

- El modelo de optimización planteado permitió decidir en forma óptima la cantidad de ha que asignará a la producción frutícola propuesta con el fin de obtener el máximo beneficio.

- Se dio respuesta a la problemática del productor sobre la asignación del mix de actividades complementarias al tabaco a trabajar en la unidad de producción, logrando orientar en la toma de decisiones para mejorar el resultado de la empresa a partir del plantar durazno-palto-vid de acuerdo a las restricciones propuestas para el estudio.

- La PL es un método de gestión que permite la toma de decisiones y ayuda a saber cuántas ha de frutales u hortalizas puede realizar de acuerdo a

los mejores precios en el mercado local -nacional y las restricciones que considere importante en la empresa.

- El uso de PL permite estimar el aumento o no de los futuros ingresos en la unidad de producción y la mejora de las Medidas de Resultado; además de considerar la retención o no de mano de obra permanente o generar nuevos jornales y mejores condiciones de vida.

- El modelo propuesto funciona como una herramienta que se puede readaptar a otras unidades de producción por su funcionalidad y flexibilidad sea en valles, quebrada o ramal jujeño.

- El estudio ha permitido establecer acuerdos o arreglos para promover la capacitación, la asistencia técnica y la cooperación desde los ámbitos científico, atendiendo siempre a la necesidad de la empresa.

- El diálogo como herramienta del trabajo de campo es una parte esencial para la cooperación y el entendimiento de la posibilidad de plantear cambios en el pensamiento del empresario.

Este trabajo ha identificado estrategias en el sector tabacalero que pueden ayudar a continuar en el cultivo de tabaco o considerar la decisión de reemplazarlo por otras opciones productivas en armonía con el ambiente.

Finalmente, considerando que el entorno de las empresas u organizaciones agropecuarias es dinámico, complejo y la posibilidad de predecir se va tornando cada vez más difícil por el entorno cambiante, es imprescindible el planteamiento de una planificación y el compromiso de la dirección empresarial en la gestión.

BIBLIOGRAFÍA

Alliance One Argentina. 2010. Guía Agronómica. Departamento de Investigación y Desarrollo de Tabaco Argentina. El Carril. Elefante CW.

- Barrientos My Ryan S. 2014. Relación entre extensión, educación y comunicación. Recuperado en: <https://fcvinta.files.wordpress.com/2014/08/pmv-enfoques-de-extension.pdf>
- Bravo G. 1991. La Diversidad de explotaciones Agropecuarias. I Parte: Marco Teórico y Planteo Metodológico. Boletín Técnico N° 1. INTA. Centro Regional Salta Jujuy: EEA Salta. Argentina.
- Cáceres D. 1994. Estrategias Campesinas y Riesgo. Revista de Desarrollo Agroforestal y Comunidad Campesina. Año 3, Número 13. ISSN 0328-1590. Proyecto GTZ. Salta, Argentina.
- CNAINDEC. 2002. Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina. Recuperado en: http://www.indec.gov.ar/cna_index.asp
- Fernandez de Ullivarri D. 1990. El Cultivo de los Tabacos Claros. INTA. Centro Regional Salta-Jujuy. EEA Salta. Edición: Comunicación Agropecuaria. Buenos Aires.
- Fernández G. y REGAZZONI J. 2008. Tipología de Sistemas de Producción del Valle de Siancas, Provincia de Salta. Proyecto Regional. Conocimiento e información socioeconómica y de mercado para el apoyo a la gestión de sistemas productivos de Salta y Jujuy, 1(1). Salta: INTA.
- Fernández, Romelio J. 1944. El problema tabacalero. El tabaco en la República Argentina. Reseñas del Instituto Agrario Argentino. Año IV, Número 28. Buenos Aires.
- FIORE, I. et al. (2012). El problema del amarillamiento del cultivo de tabaco en el Valle de Lerma: Buscando soluciones entre todos. INTA EEA Salta. Recuperado en: http://www.aader.org.ar/XVI_jornada/trabajos/archivos/2012/132_trabajo_edu_fiore.pdf
- García, Ariel “La Producción Tabacalera desregulada: políticas públicas y estrategias empresariales globales en México y España en las últimas décadas”. Centro de Estudios Urbanos y Rurales.(CEUR) CONICET. 2010.
- García, Ariel. 2010. Dilemas de la regulación pública en el sector tabacalero de Argentina y Brasil. Un estudio sobre el FET y el PRONAF”. CEUR-CONICET. Recuperado de: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/15401/CONICET_Digital_Nro.18792.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gargicevich A. y Arroquy G. 2013. Evolución y potencialidad del Programa Cambio Rural. Estrategias para el trabajo en Extensión Rural. Recuperado en: <http://agro.unc.edu.ar/~extrural/Gargicevich.pdf> (Ingreso 18/05/15).
- Giménez María Laura. 2007. La Evolución de la Organización Productiva en explotaciones de sectores medios de productores tabacaleros en la provincia de Salta. (1969-1998). Revista Cuestiones Sociales y Económicas. Octubre de 2007. UCA. Argentina.
- <https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/planten-cannabis-la-respuesta-de-los-tabacaleros-al-pedido-de-gerardo-morales-nid09042021/>
- Lozano Fernandez. 2012. La Producción de Hortalizas en Argentina. Gerencia de Calidad y Tecnología. Caracterización del sector y zonas de producción. Secretaría de Comercio Interior, corporación del Mercado Central de Buenos Aires. Recuperado en: http://www.mercadocentral.gob.ar/zip tecnicas/la_produccion_de_hortalizas_en_argentina.pdf
- Massalin Particulares. 2011. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para el Cultivo de Tabaco Virginia. Una empresa Philip Morris International. Jujuy-Salta. Artes Gráficas Crivelli.
- Medina F., Apaza A. y Martinez R. 2012. Impacto socioeconómico del Sector Tabacalero en Jujuy. Naciones Unidas. CEPAL. FUJUDES. Recuperado de: <https://core.ac.uk/>

download/pdf/38672295.pdf

978-987-24795-1-0

- Ministerio Agricultura, Ganadería y Pesca Argentina. *Tabaco. Acopio. Comercialización. Producción primaria.* Recuperado de: https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/tabaco/produccion_mercados/interno/index.php
- Ministerio Agricultura Ganadería y Pesca Argentina. Impacto regional del convenio marco para el control de tabaco. 1Edic. Buenos Aires 2011. Recuperado de. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/tabaco/informes/publicaciones/_archivos/000004-Publicaciones%20y%20Estudios%20Especiales/000013-Impacto%20Regional%20del%20Convenio%20Marco%20para%20el%20Control%20de%20Tabaco%-20-Version%20en%20Espa%C3%B1ol.pdf
- Montenegro Osvaldo David y otros. 1995. Reorientación de la producción agropecuaria en los valles intermedios de Jujuy. Revista Científica Agraria. Volumen 1, Nº 3, Págs 15-41, SIN 0328-8080.
- Montenegro Osvaldo David. 2007. Economía, ecología y abordajes para la resolución de conflictos ecológicos distributivos en el Cono Sur. Terceras Jornadas de la Asociación Argentino Uruguaya de Economía Ecológica. San Miguel de Tucumán/Argentina. Junio de 2007. ISBN 978-987-22038-2-5.
- Montenegro Osvaldo David. 2008. La administración en empresas tabacaleras de Jujuy." VI Jornadas Científicas 2008. IES 7. Volumen V. ISSN 0327-1870. Pagina 43 a 51.
- Montenegro Osvaldo David. 2012. La administración en empresas tabacaleras de Jujuy con especial énfasis en pequeños productores. XV Jornadas Nacionales de Extensión Rural y VII del Mercosur. AADER. ISSN 1515-2553.
- Montenegro Osvaldo David. 2015. Una aproximación a las características actuales del gerenciamiento en empresas ganaderas jujeñas. Jornadas Científicas IES 7. ISBN N°
- Nobleza Picardo. 2007. Estrateco consultores para Nobleza Picardo SAICYF. La importancia del Tabaco para la Argentina y sus Regiones. Recuperado en: <http://documentslide.com/documents/tabaco1.html> (Ingreso 10/09/16).
- SALES, L. 2011. Apuntes Agroecología y Ambientes Rurales. Extensión Rural. Modelos, metodologías y técnicas. Recuperado en: http://campus.fca.uncu.edu.ar/pluginfile.php/8263/mod_resource/content/0/Apunte_Extensi_n.pdf
- TORT, M. et al. (2010). Estudio de caso de procesos de innovación y desarrollo. Metodología y análisis comparativo nivel nacional. Proyecto Específico: Estudio de la diversidad de procesos de innovación y desarrollo territorial para la construcción de propuestas teóricas y metodológicas mejoradoras de la intervención (PENTER 1313). Proyecto Integrado PENTER 1: Innovación Tecnológica y Organizacional. Proyecto Nacional Desarrollo de los Territorios INTA. Documento de trabajo Nº 7. 1ª Ed. Buenos Aires: INTA.
- Vargas Forero G. 2002. Hacia una teoría del capital social. Revista de Economía Institucional. Vol. 4. Núm. 6. Primer semestre. pp. 71 108. Universidad Externado de Colombia. Bogotá, Colombia. Recuperado en: <https://www.redalyc.org/pdf/419/41900604.pdf> (Ingreso 08/08/19).
- Zapata Usandivaras C. 2012. Producción de tabaco Virginia en la provincia de Salta: breve descripción de la organización de la actividad y su modalidad de operación. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Recuperado en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/produccion-tabaco-virginia-salta.pdf>



COMPARACIÓN DE PRUEBAS DE EXTRACCIÓN DE SAPONINAS (ÁCIDO OLEANOLICO) EN QUINUAS CULTIVADAS EN DOS ZONAS DE LA PROVINCIA DE JUJUY (VALLES Y PUNA)

COMPARISON OF SAPONINS (OLEANOLIC ACID) EXTRACTION TESTS IN QUINOA CULTIVATED IN TWO AREAS OF JUJUY PROVINCE (VALLEYS AND PUNA)

Cristina Castillo^{*}, Daniela Choque¹, Norma Wierna¹, María Alejandra Ruggeri¹, Alejandra Romero¹ y Natalia Ávila Carreras¹

¹Grupo de Investigación Química Aplicada. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy (UNJu). Alberdi N° 47, San Salvador de Jujuy. Jujuy. Argentina. (C.P. 4600)

*Autor para correspondencia:
cristinacastillo@fca.unju.edu.ar

Licencia:
[Licencia Creative Commons](#)
[Atribución-NoComercial-](#)
[Compartir Igual 4.0 Internacional](#)

Período de Publicación:
Julio 2021

Historial:
Recibido: 27/08/2020
Aceptado: 26/04/2021

RESUMEN

Las saponinas son glucósidos triterpénicos que se encuentran en una gran variedad de plantas, entre estas la quinua. Estos glucósidos triterpénicos derivan de siete agliconas siendo el ácido oleanólico (AO) uno de los que se encuentra en mayor porcentaje en la quinua. El objetivo del presente trabajo fue estudiar distintos métodos de extracción de ácido oleanólico en quinuas de dos regiones de la provincia de Jujuy, cuantificando y comparando la influencia de la zona de cultivo sobre la concentración de AO. El muestreo se realizó en dos regiones de la provincia de Jujuy (Valles y Puna). Se recolectaron dos muestras de población conocida Amarilla de Marangani y 252, que se cultivan en ambas zonas de estudio, Abra Pampa y Perico. Se compararon 4 métodos de extracción de AO: 1) lavado y maceración 2) escarificada y lavados 3) escarificados y lavados reiterados 4) soxhlet, seleccionando el mejor método para la cuantificación. La cuantificación se realizó mediante Cromatografía Líquida de Alta Performance (HPLC). El método de lavado se realizó a diferentes concentraciones de EtOH/H₂O. El método soxhlet presentó una recuperación superior al 80%, siendo considerado el mejor método de extracción para la cuantificación de las muestras 252 y AMMA. Los resultados indican mayor concentración de AO en las quinuas cultivadas en Perico.

Palabras clave: ácido oleanólico, métodos de extracción, quinua, saponinas

SUMMARY

Saponins are triterpenic glycosides found in a wide variety of plants, including quinoa. These triterpenic glycosides are derived from seven aglycones, oleanolic acid being one of those found in the highest percentage in quinoa. The objective of this work was to study different methods of oleanolic acid extraction in quinoas from two regions of the province of Jujuy, quantifying and comparing the influence of the cultivation area on the concentration of OA. The sampling was carried out in two regions of Jujuy province (Valles

and Puna). Two renowned population samples were collected (Amarilla de Marangani and 252) that are grown in both study areas, Abra Pampa and Perico. Four methods of AO extraction were compared: 1) washing and maceration 2) scarifying and washing 3) scarifying and repeated washings 4) soxhlet, selecting the best method for quantification. The quantification was carried out by High Performance Liquid Chromatography (HPLC). The washing method was carried out at different concentrations of EtOH / H₂O. The soxhlet method presented a recovery greater than 80%, being considered the best extraction method for the quantification of samples 252 and AMMA. The results indicate a higher OA concentration in quinoas grown in Perico.

Keywords: extraction methods, oleanolic acid, quinoa, saponins

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es un grano que se cultiva en la región andina de América del Sur (Jancurová, Minarovičová y Dandár, 2009). Se le denomina pseudocereal porque no pertenece a la familia de las gramíneas (Murillo y Mujica Sánchez, 2013). Es una especie anual, dicotiledónea perteneciente a la subfamilia Amaranthaceae (Medina-Meza, Nicole, Aluwi, Saunders y Ganjyal, 2016). Las quinuas pueden tolerar diversas condiciones ambientales, así como largos periodos de sequía y alta salinidad (González y Prado, 2013). Este género incluye alrededor de 250 especies (Bhargava, Shukla y Orhi, 2005). Tanto la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), la califican como un alimento único por su altísimo valor nutricional (Miranda y otros, 2012; Vega-Gálvez y otros, 2010). Sin embargo, presentan en su composición compuestos tóxicos llamados saponinas. Estos son metabolitos secundarios que pertenecen al grupo de los glucósidos formados por un azúcar (glucosa, galactosa y ramnosa) unido a una aglicona. Las saponinas se concentran principalmente en el exterior de las capas del grano, su concentración oscila entre el 0,01% y el 5% en peso seco (Medina-Meza y otros, 2016). Koziol (1991) clasificó las quinuas de acuerdo a la concentración de saponinas en: dulces con un contenido menor a 0,11% y amargas con un contenido mayor a 0,11%,

debido a que le confiere sabor amargo (Medina-Meza y otros, 2016) reduciendo sus características organolépticas y palatabilidad. Por tal motivo, deben ser removidas previo a su consumo. En la actualidad el nivel máximo tolerable de saponinas considerado apto para el consumo humano es de 0,06 a 0,12%, establecido a partir de un análisis de aceptabilidad organoléptica y test semicuantitativo de la espuma (Cáceres Ríos, 2016).

El Ácido Oleanólico (AO) es la principal saponina del grano de quinua (Mastebroek, Limburg, Gilles y Marvin, 2000), y representa entre un 76-86% del total de las saponinas (Troisi y otros, 2014), en tanto que otros investigadores como Cuadrado, Ayet, Burbano, Muzquiz, Camacho, Cavieres, Lovon, Osagie y Price (1994) proponen un porcentaje más bajo de 68%. Es muy soluble en 1-butanol le siguen el etanol, la acetona, y por último, el agua. Así mismo, esta solubilidad aumenta con el aumento de la temperatura (14°C a 54°C) (Liu y Wang, 2007). La toxicidad de las saponinas en animales superiores es variable (Valle Vega y Florentino, 2000). Estudios nutricionales *in vivo* en ratas alimentadas con quinua no lavada mostraron alteraciones en el crecimiento y se observó una importante reducción de la eficiencia de asimilación de los alimentos. La DL50 según la U.S. Environmental Protection Agency es de DL50 > 5000 mg/kg, es decir, que son tóxicas en grandes cantidades (Gianna, 2013). En el ser humano el efecto por vía oral aún está en discusión (FAO,

2013). Su contenido depende de diversos factores tales como: tipo de cultivo, edad de la planta, la localización geográfica o el órgano vegetal y factores ambientales y agronómicos (Güçlü-Üstündag y Mazza, 2007).

El objetivo del presente trabajo fue estudiar distintos métodos de extracción de ácido oleanólico en quinuas de dos regiones de la provincia de Jujuy, cuantificando y comparando la influencia de la zona de cultivo sobre la concentración de AO.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

Se seleccionaron poblaciones de quinua provista por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Abra Pampa que provienen del Banco de germoplasma de Salta, tomadas de dos regiones de la provincia de Jujuy: Puna (Abra Pampa) y Valles Templados (Perico). Del resultado del muestreo estratificado (por región) y aleatorizado, surgieron dos muestras de población conocida que son cultivadas en ambas zonas de estudio, la 252 y la AMMA (Amarilla de Marangani). La primera, es material seleccionado a partir de la CHEN252 que tras 5 años de selección masal se las denominó RQ-252-16. En cuanto a la AMMA, es una variedad libre, provista por el Instituto Provincial de Agricultura Familiar (IPAF) a los productores. El estudio consta de dos etapas: 1° Selección de las dos mejores técnicas de extracción de AO y 2° comparación de AO en las dos muestras provistas por INTA, utilizando los dos mejores métodos de extracción obtenidos en el punto 1, ver Tabla N°1.

Tabla 1. Muestras seleccionadas para dos regiones de la provincia de Jujuy

CÓDIGO DE MUESTRAS	REGIÓN	COLOR
AMARILLA DE MARANGANI (AMMA)	Abra Pampa (AP)	amarillo a anaranjado
AMARILLA DE MARANGANI (AMMA)	Perico (P)	amarillo a anaranjado
252	Abra Pampa (AP)	blanco
252	Perico (P)	blanco

Recolección de muestras

Las muestras fueron recolectadas en bolsas de polietileno las que fueron debidamente identificadas y refrigeradas para su posterior análisis.

Propuesta metodológica

Se estudió los siguientes parámetros de extracción AO: tiempo de maceración, lavado, escarificado y relación porcentual etanol/agua. La cuantificación de AO se realizó por HPLC con detector DAD y utilizando una columna RP C18, según método oficial AOAC 27.3.06 y cenizas, según métodos oficiales AOAC 32.1.05.

Curvas de calibración utilizadas en la selección de métodos de extracción: se preparó una solución madre de AO a partir de la cual se hicieron las diluciones posteriores para los estándares. Para ello se pesó 7,2 mg de patrón de AO (SIGMAALDRICH) y se disolvió en 5 mL de metanol, obteniéndose una concentración de 1440 mg/L. A partir de este patrón se prepararon 7 diluciones del estándar de 25, 50, 75, 100, 180, 360 y 720 mg/L. Se realizaron dos curvas, la 1° con rango de 100 a 1440 mg/L y 2° de 25 a 100 mg/L con posterior lectura en el HPLC. Las curvas calculadas dieron las siguientes rectas de regresión, ambas mostraron buena linealidad.

Ecuación (1) $y=1021.x+58968$ con $R^2 = 0,9992$

Ecuación (2) $y=12180.x+26654$ con $R^2 = 0,9996$

Para el cálculo del método de recuperación con amaranto se utilizó dos curvas de menor concentración.

Ecuación (3) $y=27305.x+15532$ $R^2 = 0,9969$

Ecuación (4) $y=10865.x+30918$ con $R^2 = 0,9934$

Curvas de calibración utilizadas en la cuantificación de AO en las muestras 252 y AMMA, utilizando los dos mejores métodos de extracción: Para la cuantificación de las muestras por el método soxhlet y método de escarificado y lavados reiterados se realizaron dos curvas nuevas. La 1° curva con concentraciones de 100, 150, 200 y 300 mg/L y la 2° de 1,5; 2,5 y 10 mg/L. Para ello se pesó

7,5 mg de patrón y se llevó a un volumen final de 25 mL con metanol obteniéndose una solución madre de 300 mg/L. A partir de esta se hicieron las diluciones para los estándares. Las curvas calculadas fueron:

Ecuación (5) $y = 5831.x + 34472$ con $R^2 = 0,9996$

Ecuación (6) $y = 8447.x + 7997$ con $R^2 = 0,9997$

Se realizó el cálculo del LD y LQ del equipo HPLC obteniéndose un LD= 0,215 mg/L y el LQ= 0,652mg/L.

Métodos propuestos de extracción de Ácido Oleanólico (AO)

Las técnicas convencionales de extracción de saponinas más utilizadas son: lavado, maceración, escarificado y soxhlet. Estas se basan en la solubilidad del soluto en el disolvente, la cual aumenta con la temperatura y agitación.

1- Método de extracción de un Lavado/ maceración

Inicialmente, se trabajó con la metodología propuesta por Lozano y otros (2012) con algunas modificaciones (Figura N°1). La técnica de extracción empleada fue lavado/maceración relación masa/volumen (m/v) con mezclas hidroalcohólicas etanol/agua (EtOH/H₂O) (v/v) (Tabla 2).

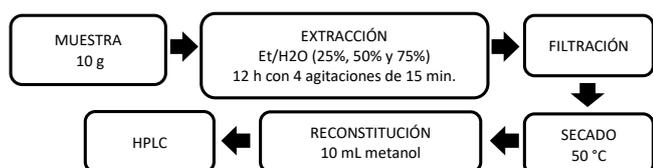


Figura 1. Diagrama de flujo de método de un lavado y maceración

Tabla 2. Parámetros de extracción

solución al 25 %	solución al 50 %	solución al 75%
m/v	m/v	m/v
1:10=10g/100mL	1:10=10g/100mL	1:10=10g/100mL
1:20=10g/200mL	1:20=10g/200mL	1:20=10g/200mL
1:40=10g/400mL	1:40=10g/400mL	1:40=10g/400mL
1:60=10g/800mL	1:60=10g/800mL	1:60=10g/800mL

1.1- Primera Modificación de método de un lavado y maceración

Se presentaron problemas de evaporación de la solución preparada, por lo tanto, se redujo a la mitad los volúmenes respetando las proporciones masa/volumen. Ver Tabla 3.

Tabla 3. Parámetros de extracción modificada

solución al 25 %		solución al 50 %		solución al 75%	
m/v	Código	m/v	código	m/v	Código
1:10	1A	1:10	2A	1:10	3A
1:20	1B	1:20	2B	1:20	3B
1:40	1C	1:40	2C	1:40	3C
1:60	1D	1:60	2D	1:60	3D

Se prepararon las soluciones de EtOH/H₂O al 25 %, 50 % y 75 % las que fueron agregadas a cada proporción de m/v de quinua respectivamente. Se agitó 4 veces por 15 min y se maceró 12 h. Se trasvasó el líquido de macerado de cada muestra a vasos de precipitado y se llevó a sequedad a 50 °C. Se pasó por filtro de membrana (0,45 µm) y se resuspendió con metanol en matraz de 10 mL, posterior lectura en el HPLC.

1.2- Segunda Modificación de método de un lavado

Se trabajó por triplicado y solo con las concentraciones EtOH/H₂O al 50 % y 75 %. Se utilizó la relación m/v 1:20 (1g/20 mL). Para la cuantificación se cambió la fase móvil del HPLC a acetonitrilo, ácido fosfórico 1,25% (85:15) (Quattrocchi, Abelaira y Laba, 1992). Para el procedimiento se pesó 1 g de quinua (252 de Abra Pampa y 252 de Perico) en tubos falcón de 50 mL. Se agregó 20 mL de solución EtOH/H₂O al 50 %. Se agitó 6 veces durante 10 min cada tubo, se dejó macerar 24 h, posteriormente se agitó mediante vórtex por 10-min y se centrifugó por 10 min a 2625 rpm (simulación de lavado). Se

filtró el sobrenadante y se llevó a evaporación hasta sequedad, se reitera el filtrado usando membrana 0,45 μm y se resuspendió con metanol a 10 mL. Se realizó igual procedimiento para la solución de 75%. Para la recuperación del método se trabajó de dos maneras: *Primero* con 1 g de amaranto con el agregado de 1 mL de patrón 180 mg/L. *Segundo*: con 1 g de amaranto parcialmente molido al que se le agregó 0,25 mL de patrón de 250 mg/L. En ambos casos se siguió el mismo procedimiento mencionado en el punto 1.2, acompañado cada uno de un blanco.

2- Método de extracción con escarificado y lavado

Siguiendo la propuesta por Quispe-Fuentes y otros, 2012 con modificaciones se procedió a pesar 1 g de quinua AMMA de Abra Pampa por duplicado. En paralelo se realizó el método de recuperación. Se escarificó el grano con un tamiz (N°20) por 5 min en vaso de precipitado. Para la recuperación se agregó a la cascarilla 0,25 mL (125 mg/L) de patrón de AO. Se lavó el grano con 10 mL de solución EtOH/H₂O al 50 % y se trasvasó a tubos falcón de 50 mL, se enjuagó el vaso (que contenía la cascarilla) con los 10 mL de solución restante y se juntó con los granos. Se llevó a shaker con temperatura de 40 °C a 140 rpm durante 24 h. Se centrifugó por 25 min a 2625 rpm. Se filtró, sacando el sobrenadante con pipeta, y se llevó a sequedad en shaker 50 °C 140 rpm. Para la disolución de la muestra seca se utilizó unas gotas de agua bidestilada, de acuerdo a Wehinger (2013). Se resuspendió en metanol, se agregó 10 gotas de agua bidestilada y se llevó a un sonicador por 30 min a 40 °C. Se filtró y se llevó a volumen final de 10 mL. Se realizó el mismo proceso con solución EtOH/H₂O al 60 %.

2.1- Modificación de método con escarificado y lavado

En este caso se realizaron dos procesos en paralelo uno de los cuales se llevó a sequedad y el otro no, ambas se trabajaron con solución alcohólica al 50%.

2.2.1- Primera Modificación

Se pesó 1 g de quinua por triplicado. Se escarificó en tamiz y se trasvasó la quinua escarificada a tubos. Al vaso con cascarilla se adicionó 5 mL de solución EtOH/H₂O al 50 % y se trasvasó a un tubo falcón de 50 mL, lavado el vaso con los 5 mL restantes. A los granos escarificados se le agregó 10 mL de solución. Se llevó a macerar en shaker a 40°C, 140 rpm por 20 h. Los tubos con cascarilla se centrifugaron a 2625 rpm por 25 min y se filtraron, el residuo de cascarilla se adicionó a los tubos que contenían los granos escarificados y se dejó macerar 3 h más en shaker luego se centrifugó y se filtró. Se unieron ambos líquidos de macerado y se enrazó a 30 mL. Se tomó una alícuota para la lectura por HPLC.

2.2.2 - Segunda Modificación

Se realizó el mismo procedimiento que en el anterior punto, pero se llevó a sequedad.

3- Método de extracción con escarificado y lavados reiterados

Se pesó 5 g de quinua en 4 tubos falcón de 50 mL, se escarificó, se lavó el vaso con 10 mL de solución EtOH/H₂O al 50% que se colocó en los tubos. Se pusieron los tubos en shaker a 50°C 200 rpm por 2 h, se retiraron y llevaron a centrífuga a 2625 rpm por 20 min. Se retiró el sobrenadante a otros tubos con pipeta. Al residuo de los tubos se les adicionó 10 mL de solución EtOH/H₂O al 50% y se llevó a shaker nuevamente en las mismas condiciones que las del primer caso. Se repitió este proceso una vez más. Dos de las muestras se llevaron a sequedad en shaker y dos se evaporaron hasta la mitad de volumen 5 mL. Se hizo tres lavados más para cada caso con el objeto de maximizar la extracción de las saponinas. A las muestras que se llevaron a sequedad se les adicionó 3 mL de agua bidestilada para su disolución y se procedió a la lectura en HPLC. El mismo procedimiento se siguió para la solución EtOH/H₂O de 60%

4- Método de extracción Soxhlet

Se trabajó en dos etapas, según el Método con

modificación propuesto por Ruales y Baboo (1993).
 Etapa 1: Extracción de grasas

Se pesó 5 g de quinua y se molió en mortero. Se colocó en una caja de petri tarada y se llevó a sequedad a 60 °C por 1 h. Se puso en desecador por 10 min, hasta peso constante de la muestra. Posteriormente se secó el balón de extracción a 100 °C por 10 min, se llevó a desecador y se registró el peso para el cálculo. Se agregó 150 mL de éter de petróleo al balón y se colocó el cartucho con muestra en el sifón. Se conectó todo el equipo y se inició la extracción de grasa durante 4 h. Una vez terminada se eliminó el solvente del balón por evaporación en manta de arena a 100 °C bajo campana. Posteriormente se secó el balón en estufa a 100 °C por 30 min, se enfrió en desecador y se pesó. Por último, se secó la muestra sin grasa en estufa por 15 min a 60 °C.

Segunda Etapa: Extracción de ácido oleanólico

Se colocó la muestra en el sifón y 150 mL de metanol en el balón, se conectó el soxhlet. El tiempo de extracción fue de 6 h. Una vez terminada la extracción se eliminó el metanol del balón por evaporación en manta de arena a 50 °C bajo campana hasta sequedad. El residuo del balón se resuspendió con metanol en matraz de 5 mL para su posterior cuantificación en HPLC. Para la recuperación del método se usó muestra desengrasada y seca de amaranto, a la que se le adicionó 1 mL de patrón de 300 mg/L (0,3 mg/mL) prosiguiendo el mismo procedimiento que en el punto 4. También se realizó un blanco.

La tabla N° 4 indica las modificaciones de los distintos métodos de extracción.

Tabla 4. Resumen de modificaciones de las diferentes técnicas de extracción de AO

Métodos	Modificaciones	Características modificadas
Lavados y maceración	1°	Se redujo el volumen de sol alcohólica a la mitad
	2°	Se trabajó solo con la sol alcohólica de 50% y 75% Se cambia la fase móvil a Acetonitrilo + ácido fosfórico.
Escarificado y lavado	1°	El escarificado se trabaja por separado del grano y solo al 50% de sol. Alcohólica
	2°	Idem a la 1° modificación, pero al final se lleva a sequedad
Escarificado y lavados reiterados		Sin Modificación
Soxhlet		Sin Modificación

RESULTADOS

Se presentan los resultados obtenidos de la 1° etapa: Selección de la mejor técnica de extracción de AO.

1- Resultados de Método de Extracción de AO.

1.1- Primera Modificación de método de un lavado/maceración

Solo se obtuvieron valores cuantificables de las muestras 1B, 3A y 3B los cuales se expresan en la tabla 5. Se utilizó la ecuación (2).

Tabla 5. Muestra comercial de quinua

Muestras	Áreas	Áreas Promedio	mg/L	mg/g	mg/Kg
1B	1752292	1752308,5	141,67	0,141	141,67
	1752325				
3A	815919	817449,5	64,92	0,064	64,92
	818984				
3B	755305	759908,5	60,20	0,060	60,20
	764512				

1.2- Segunda Modificación de método de un lavado

Se observó adherencias en el fondo del tubo y para poder reconstituirlas se agregó 5 mL de metanol. No se obtuvo repetibilidad en las áreas de los cromatogramas, en consecuencia, no hubo resultados concretos (Tabla 6). Por lo tanto, se realizaron nuevos cambios en la metodología. El porcentaje de recuperación obtenido fue del 55,5%. Respecto al Método de recuperación con amaranto parcialmente molido los resultados fueron: 16% para las tratadas con solución al 25 % EtOH/H₂O, 188% para las tratadas con 50 % EtOH /H₂O y del 148% para las del 75 % EtOH/H₂O.

Se pudo cuantificar las muestras tratadas al 50 y 60% EtOH/H₂O. Para la lectura y cálculos se empleó la ecuación (2). El porcentaje de recuperación obtenido fue del 69,59 % para las tratadas con solución al 50 % EtOH/H₂O y del 41,74 % para las de solución al 60% EtOH/H₂O, indicando la inefectividad del método.

Primera y Segunda Modificación del método con escarificado y lavado

Las áreas obtenidas en la primera modificación no fueron cuantificables, motivo por el cual se decidió no continuar con la segunda modificación.

Tabla 6. Áreas obtenidas en las muestras 252 de Perico y ABRA PAMPA

MUESTRAS 252 DE PERICO			MUESTRAS 252 ABRA PAMPA		
REPETICIONES	tR	áreas	REPETICIONES	tR	áreas
A	6,63	88173	A	6,65	39772
	6,63	88245		6,64	39284
B	6,67	71956	B	6,67	35002
	6,68	74370		6,66	34152
C	6,61	79703	C	6,67	34771
	6,62	79746		6,63	36142

La muestra se preparó por triplicado leyéndose dos veces en el HPLC

3- Método de extracción con escarificado y lavados reiterados

Se obtuvo mejor resultado de extracción en las muestras que se redujeron a mitad de volumen, con respecto a aquellas que se llevaron a sequedad. Se observa en la Tabla 7 los resultados de los 6 lavados. Se utilizó la ecuación (4).

2- Método de extracción con escarificado y lavado

Se presentó la misma dificultad que en los puntos anteriores en la disolución con metanol. También se observó residuo en los filtros. Las muestras no pudieron ser cuantificables por el equipo de HPLC.

Tabla 7. Promedios de AO en dos ensayos

AO ensayos reducidos a la mitad de volumen				AO ensayos con evaporación total					
Muestra	Áreas promedio	mg/L	mg/g AO	mg/Kg AO Total extraído en los lavados	Muestra	Áreas promedio	mg/L	mg/g AO	mg/Kg AO Total extraído en los lavados
A 1	629660,5	6,1	0,015		A 1	184974,5	2,0	0,006	
A 2	663977,5	6,4	0,032		A 2	625289	6,0	0,018	
A 3	667998,5	6,4	0,032	120	A 3	620488	6,0	0,018	60
A 4	254528	2,6	0,013		A 4	169258,5	1,8	0,006	
A 5	333694,5	3,4	0,017		A 5	217830	2,3	0,007	
A 6	242641,5	2,5	0,013		A 6	191886	2,1	0,006	
B 1	154006	1,7	0,006	130	B 1	112667,5	1,3	0,004	50
B 2	956635	9,1	0,045		B 2	628867,5	6,1	0,018	
B 3	624880	6,0	0,030		B 3	606314,5	5,9	0,018	
B 4	353109	3,5	0,018		B 4	275927,5	2,8	0,008	
B 5	347259,5	3,5	0,017		B 5	165715	1,8	0,005	
B 6	270012,5	2,8	0,014		B 6	ND	ND	ND	

*números arábigos junto a las letras mayúsculas indican N° de lavados

**ND no detectable

4- Método de extracción soxhlet

La concentración de AO se encontró dentro del rango de resultados hallados por otros autores. Se obtuvo un valor de 0,21 mg/g de AO para una muestra comercial (Tabla 8). La ecuación utilizada fue la (1).

Tabla 8. Contenido de AO mediante soxhlet

Muestra	tR	Áreas	Áreas promedio	mg/L	mg/g	mg/Kg
1	7,4	2233083	22022676,5	209,735691	0,21	209,73
1	7,3	2172270				

4.1- Método de recuperación mediante soxhlet con amaranto

Nuevamente se detectó la presencia de AO en el blanco de amaranto de 0,088 mg/g (Tabla 9). De acuerdo a bibliografía consultada (Cuadrado y otros, 1994; Rastrelli y otros, 1995) se encuentran ciertas saponinas en el amaranto, pero en cantidades imperceptibles al paladar. El porcentaje

de recuperación fue del 87 % que se determinó mediante la diferencia entre el valor obtenido del amaranto con patrón y el blanco, utilizando la ecuación (5).

Tabla 9. Método de recuperación mediante soxhlet

Amaranto	Área promedio	mg/L	mg/g	mg/Kg
s/patrón	549575,5	88,3387927	0,088	88,3
c/patrón	853602	140,478477	0,140	140,4

Resultados 2° etapa: comparación de AO en las dos muestras provistas por INTA, utilizando los métodos de extracción Método de escarificado y lavados reiterados y método Soxhlet.

1- Cuantificación de AO mediante método de escarificado y lavados reiterados

Las extracciones obtenidas por este método fueron muy bajas comparadas con las del soxhlet; en las Tablas 10 y 11 se puede observar la baja repetitividad de las lecturas, por lo tanto, no se aplicó el método de recuperación. Sin embargo,

las muestras se leyeron también con este método, debido a que los productores lo utilizan para la eliminación de saponinas. Las muestras AMMA de Abra Pampa presentó valores cuantificables mientras que en la de Perico no hubo detección del AO (Tabla 10) En las muestras 252 se obtuvieron resultados en ambas zonas de cultivo (Tabla 11), además solo se obtuvo valores del duplicado y triplicado. Para los lavados A1, B1, C1 y C2 se utilizó la ecuación (5). En las restantes se usó la ecuación (6). El promedio de AO extraído fue de 39,77 mg/Kg, cinco veces menos que el soxhlet.

Tabla 10. Promedios de AO. Muestra AMMA

Lavados	Muestra AMMA Abra Pampa					Muestra AMMA Perico				
	Área promedio	mg/L	mg/Kg	mg/Kg total	Prom. mg/Kg	Área promedio	mg/L	mg/Kg	mg/Kg total	Prom. mg/Kg
A1	ND	ND	ND			ND	ND	ND		
A2	ND	ND	ND	-		ND	ND	ND	-	
A3	ND	ND	ND			ND	ND	ND		
B1	148487,5	19,553	19,55			ND	ND	ND		
B2	196671	27,816	27,81	69,24	46,13	ND	ND	ND	-	-
B3	162042,5	21,877	21,87			ND	ND	ND		
C1	128672	16,155	16,5			ND	ND	ND		
C2	49976,5	6,863	6,86	23,01		ND	ND	ND	-	
C3	ND	ND	ND			ND	ND	ND		

Tabla 11. Promedios de AO en Muestra 252

Lavados	Muestra 252 Abra Pampa					Muestra 252 Perico				
	Área promedio	mg/L	mg/Kg	mg/Kg total	Prom. mg/Kg	Área promedio	mg/L	mg/Kg	mg/Kg total	Prom. mg/Kg
A1	140221	18,135	18,13			ND	ND	ND		
A2	72895,5	9,576	9,57	35,8		ND	ND	ND	ND	
A3	60364,5	8,092	8,09			ND	ND	ND		
B1	176374,5	24,335	24,33			191441,5	26,919	26,91		
B2	77033	10,066	10,06	43,9	39,77	252851,5	37,451	37,45	105,93	100,99
B3	72279	9,503	9,5			276824,5	41,562	41,56		
C1	147185	19,329	19,32			214830,5	30,93	30,93		
C2	98555,5	10,99	10,99	39,62		216957	31,295	31,29	96,04	
C3	70606	9,305	9,3			231641	33,813	33,81		

Si bien los resultados obtenidos con este método fueron bajos, en la Figura 2 se puede observar que la muestra de Perico contiene más AO que las muestras de Abra Pampa.

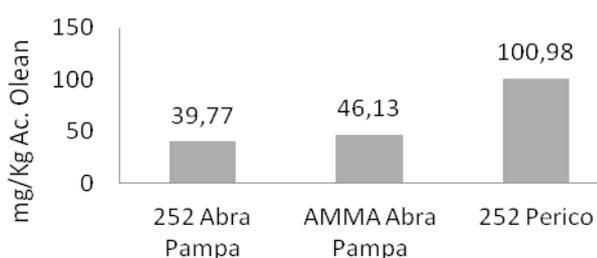


Figura 2. AO obtenidos por el método de lavados reiterados por población y localidad de cultivo.

2- Cuantificación de AO mediante soxhlet

En la recuperación del método se obtuvo un porcentaje del 87 %. Este porcentaje se utilizó para corregir los valores obtenidos del AO en las muestras. Para el cálculo de la concentración de AO se utilizó la ecuación (5). Ver tabla 12.

Tabla 12. Concentración de AO mediante soxhlet

Muestra	Áreas promedio	mg/L	mg/g	mg/Kg
AMMA Ab. Pampa 1	1088311,5	180,73	0,208	208,69
AMMA Ab. Pampa 2	810765	133,13	0,153	153,73
AMMA Perico 1	1197874	199,52	0,230	230,39
AMMA Perico 2	841744,5	138,44	0,159	159,86
252 Ab. Pampa 1	1108310,5	184,16	0,212	212,65
252 Ab. Pampa 2	1146138,5	190,64	0,220	220,14
252 Perico 1	1481777,5	248,20	0,286	286,61
252 Perico 2	1687037,5	283,41	0,327	327,26

Se encontró mayor contenido de AO en las muestras cultivadas en Perico comparadas con las muestras de Abra Pampa (Figura 3 y 4).

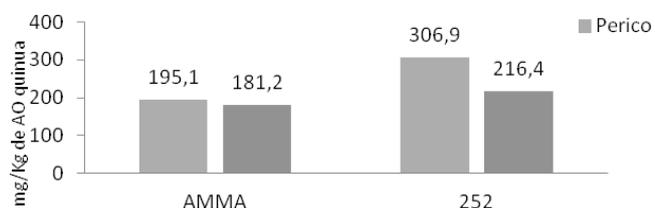


Figura 3. Comparación de contenido de ácido oleanólico según las regiones de estudio

Al realizar el análisis estadístico ANOVA se observó diferencias significativas con un $p=0,0484$ entre las localidades en la población 252, mientras que en la AMMA no se observó diferencias significativas con un $p=0,7851$. Por otro lado, se observó diferencias significativas con un $p=0,0406$ entre las dos poblaciones de quinua (Figura 4).

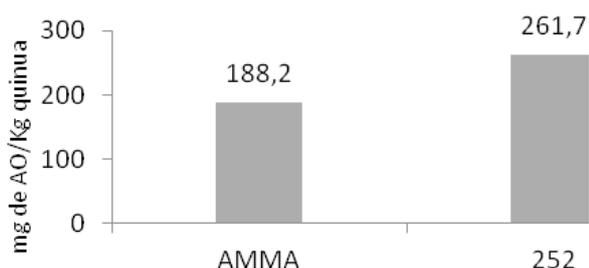


Figura 4. Promedio del Contenido de ácido oleanólico según las poblaciones de quinua

En la Figura 5 se observa la comparación entre los dos métodos seleccionados para cuantificar las muestras provistas por INTA. Se observan diferencias significativas entre los métodos de lavado tanto para la muestra 252 como para la AMMA, obteniendo mayor concentración en las muestras extraídas a través del método soxhlet.

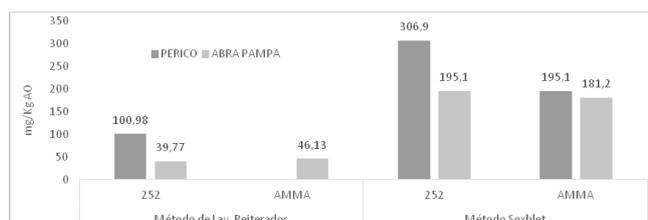


Figura 5. Promedio de AO en Quinuas de 2 regiones diferentes, empleando los 2 métodos de extracción seleccionados

DISCUSIÓN

El propósito de este trabajo fue estudiar cual es el mejor método de extracción de AO usando el método de lavado con modificaciones y soxhlet. En el primero se encontraron valores por debajo de los obtenidos en otros estudios realizados (Nickel y otros, 2016; Quispe-Fuentes y otros, 2012; Monje, Yarko y Raffailac, 2006; Muir, Paton, Ballantyne y Aubin, 2002; Zhu y otros, 2002). Los investigadores Dini, Schenttino, Simioli y Dini. A (2001) y Zhu y otros (2002) determinaron que los procesos de eliminación con mezclas alcohólicas no son muy eficaces, ya que incluso después del lavado algunas especies de saponinas permanecen en las semillas, por lo que se recomiendan el uso de agua ligeramente alcalina en lugar de neutra. Este comportamiento se debe al carácter anfífilo o anfipático, que caracteriza a las saponinas (Ahumada, Ortega, Chito y Benítez, 2016). Así mismo, Bacigalupo y Tapia (2000) compararon tres temperaturas del agua de lavado (50, 70 y 80 °C), y encontraron que, mediante el lavado con agua a 50 °C, se puede reducir el contenido de saponina hasta en un 25%, del contenido inicial; mientras que con lavados a 70 y 80 °C, la saponina residual ya no es detectable. De igual forma Quispe y otros (2012) determinaron que la concentración de saponinas disminuía con el aumento de la temperatura (de 20°C a 60°C) de lavado con solución EtOH/H₂O al 50%, bajo agitación constante; con tiempos de 15 a 120 min.

En este trabajo se utilizó una solución alcohólica de etanol absoluto y agua bidestilada al 50 % y 75 %, siendo estas las que presentan mejores condiciones para la extracción del AO. Aunque la bibliografía indica que el alcohol isopropanol es el mejor solvente para la extracción, este no fue utilizado debido a su toxicidad. La temperatura de extracción fue de 50°C bajo agitación constante por un tiempo de 120 min cada lavado. Sin embargo, la extracción fue menor a otras bibliografías consultadas (Nickel y otros, 2016; Quispe-Fuentes y otros, 2012; Monje y otros, 2006). Cabe acotar que, en los trabajos mencionados, se determinaron saponinas totales y no AO como en el presente trabajo.

Por otro lado, la técnica de extracción por soxhlet, cuya recuperación obtenida fue del 87 %, justifica el empleo de esta técnica. Los resultados muestran que el contenido de AO en una misma variedad varía según la zona de cultivo. De acuerdo al estudio de Soliz-Guerrero y otros (2002), el contenido de saponinas se ve afectado por un déficit hídrico en el suelo; estos promueven bajos contenidos de saponinas, que concuerdan con los obtenidos por Troisi y otros (2014) y De Santis y otros (2016). Otro investigador Koziol (1992) muestra cómo las quinuas cultivadas en regiones de poca precipitación presentan concentraciones menores a las cultivadas en zonas de mayor precipitación. Esto justifica los resultados obtenidos en Abra Pampa, donde el contenido es menor respecto al obtenido en Perico (Valles) debido a que la Puna (3500 a 4000 msnm) es una zona árida con escasas precipitaciones (entre 100 y 300 mm anuales) a diferencia de los Valles que reciben anualmente entre 500 y 1200 mm, con temperaturas medias relativamente bajas debido a su altura promedio de 1100 msnm (Alcoba y Chávez, 2015). Los resultados obtenidos, también mostraron que el contenido de AO presente en la población de quinua 252 son mayores a la AMMA.

Según Cuadrado y otros (1994) el AO representa un 68 % del total de las saponinas en la variedad Amarilla de Marangani y entre un 35-41% en las variedades blancas, todas cultivadas en el altiplano de Perú. Troisi y otros (2014) propone entre un 76-85 % para genotipos de quinuas identificadas como RB y KVLQ52 cultivadas en Italia. Así mismo Gómez-Caravaca y otros (2012) en su investigación de compuestos fenólicos y saponinas en muestras de quinua cultivadas bajo diferentes regímenes de irrigación salina y no salina determina un porcentaje de AO del 36-50 % con quinuas provenientes de Dinamarca, pero cultivadas en Italia.

En todos los casos el AO fue el que se encontró en mayor proporción entre otras saponinas. Estas diferencias en el contenido de saponinas (en este caso AO) se deben a factores ambientales y/o genéticos de la quinua.

De acuerdo a los resultados obtenidos, las muestras provenientes de Perico presentaron mayor contenido de AO que las de Abra Pampa. Los resultados son similares a los reportados por Cuadrado y otros (1994) de 218 mg/Kg para AMMA y para las variedades blancas (todas de Perú) valores menores de 41 mg/Kg. Por el contrario, quinuas cultivadas en Italia presentaron un mayor contenido de AO con valores entre 1631,29 mg/Kg a 2806,37 mg/Kg (Troisi y otros, 2014). Así también, un estudio realizado en Chile obtuvo altos contenidos de AO 5880 mg/Kg en ecotipos de quinuas chilenas (Miranda y otros, 2012).

Es necesario analizar otras variedades aumentando el número de poblaciones de quinuas para obtener valores estadísticamente significativos, estos resultados son los primeros obtenidos de Ácido Oleanólico en la provincia y sirven de base a futuros estudios que contribuirán a la caracterización de las quinuas cultivadas en Jujuy.

CONCLUSIÓN

El mejor método encontrado para la extracción de AO fue el método soxhlet, sin embargo, el método de escarificado y lavados reiterados es el utilizado por los productores para la eliminación de saponinas. De las soluciones empleadas se pudo observar que la solución EtOH/H₂O al 50% es la que produce mayor extracción. Por otro lado, se encontró diferencias significativas de AO entre AMMA (188,2 mg/Kg) y 252 (261,7 mg/Kg). La población 252 mostró diferencias significativas según la región de cultivo (Perico: 306,9 mg/Kg; Abra Pampa: 216,4 mg/Kg) no así en la población AMMA (Perico: 195,1 mg/Kg; Abra Pampa: 181,2 mg/Kg), siendo mayor la concentración de AO en quinuas cultivadas en Valles probablemente debido al mecanismo de defensa del cultivo frente al posible ataque de plagas ante las condiciones ambientales, no así con la población AMMA.

Ante los resultados obtenidos podemos clasificar a las quinuas estudiadas como quinuas dulces con una concentración menor al 0,11%. Se

puede estimar que las condiciones ambientales influyen en la cantidad de AO presentes en la quinua, pero se requiere seguir estudiando otras poblaciones de quinua.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahumada, A., Ortega A., Chito, D., y Benítez R. (2016). Saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): un subproducto con alto potencial biológico. Revista Colombiana de Ciencias, Química y Farmacia; Vol. 45 (3), 438-469. doi.org/10.15446/rcciquifa.v45n3.62043
- Alcoba, L., y Chávez, M. F. (2015). Análisis comparativo de la incorporación del cultivo de quinua como estrategia productiva y comercial, en Valles templados y la Puna jujeña. IPAF NOA-INTA. V Congreso Mundial Quinua 2015. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_anlisis_comparativo_de_la_incorporacin_del_cul.pdf
- Bacigalupo, A., y Tapia, M. (2000). Capítulo V: Agroindustrias. Factor saponina. En: Tapia M. (ed.). Cultivos andinos subexplotados y su aporte en la alimentación. FAO. Santiago de Chile (Chile). Ediciones Gegra S. A., pág. 114-121, 124. Recuperado de: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro10/home10.htm
- Bhargava, A., Shukla, S., and Orhi D. (2005). An Indian perspective. Industrial Crops and Products 23, 73-87. doi.org/10.1016/j.indcrop.2005.04.002
- Cáceres Ríos, M. (2016). Evaluación sensorial del sabor amargo de doce accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y su correlación con el contenido de saponinas. (Tesis de Ingeniería) Universidad Nacional Agraria La Molina-Facultad de Industrias Alimentarias, Lima (Perú). Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2661/Q04-C323-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cuadrado, C., Ayet, G., Burbano, C., Muzquiz, M., Camacho, L., Cavieres, E., Lovon, M., Osagie, A. and Price K. R. (1994). Occurrence of Saponins and Sapogenols in Andean crops. Journal of the Science of Food and Agriculture 67, 169-172. doi.org/10.1002/jsfa.2740670205
- De Santis, G., Maddaluno, C., D'Ambrosio, T., Rascio, A., Rinaldi, M. and Troisi, J. (2016). Characterization of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) accessions for the saponin content in Mediterranean environment. Italian Journal of Agronomy. Vol. 11: 774, 277-281. doi.org/10.4081/ija.2016.774
- Dini, I., Schettino, O., Simioli, T. and Dini, A. (2001). Studies on the Constituents of *Chenopodium quinoa* Seeds: Isolation and Characterization of New Triterpene Saponins. Journal of Agricultural and Food Chemistry 49, 741-746. doi.org/10.1021/jf000971y
- FAO (2013). Quinua. Operaciones de Poscocecha; pág. 18-20. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/ar364s/ar364s.pdf>
- Gianna, V. (2013). Extracción, cuantificación y purificación de saponinas de semillas de *Chenopodium quinoa* Willd provenientes del Noroeste Argentino. (Tesis Doctoral) Universidad Nacional de Córdoba- Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Córdoba. Recuperado de: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1413/Tesis%20Doctoral%20Vicente%20Gianna%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gómez-Caravaca, A. M., Iafelice, G., Lavini, A., Pulvento, C., Caboni, M.F., and Marconi E. (2012). Phenolic compounds and saponins in quinoa samples (*Chenopodium quinoa* Willd) grown under different saline and nonsaline irrigation regimens. Journal of Agricultural and Food Chemistry 60, 4620-4627. doi.org/10.1021/jf3002125

- González, J. A., y Prado, F. E. (2013). Quinoa: aspectos biológicos, propiedades nutricionales y otras consideraciones para su mejor aprovechamiento. *Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales*, Año 3 N° 5 (INTA), pág. 5-15. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-revista-ciencia-y-tecnologa-de-los-cultivos-indu_4.pdf
- Güçlü-Üstündag, O. and Mazza, G. (2007). Saponins: Properties, Applications and Processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 47, 231-258. doi.org/10.1080/10408390600698197
- Jancurová, M., Minarovičová, L. and Dandár, A. (2009). Quinoa a Review. *Czech Journal Food Science*. Vol. 27, N°2, 71-79. Recuperado de: <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/06732.pdf>
- Koziol, M. J. (1991). Afrosimetric Estimation of Threshold Saponin Concentration for Bitterness in Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 54, 211-219. doi.org/10.1002/jsfa.2740540206
- Koziol, M. J. (1992). Chemical Composition and Nutritional Evaluation of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Journal of Food Composition and Analysis* 5, 35-68. doi.org/10.1016/0889-1575(92)90006-6
- Lozano, M., Ticona, E., Carrasco, C., Flores, Yonny., Almanza, G. R. (2012). Cuantificación de Saponinas en residuos de quinua *Chenopodium quinoa* Willd. *Revista Boliviana de química*. Vol. 29, N°2, pág. 131-138. Recuperado de: http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v29n2/v29n2_a02.pdf
- Liu, L. and Wang, X. (2007). Solubility of Oleanolic Acid in Various Solvents from (288.3 to 328.3) K. *Journal of Chemical and Engineering Data*. Vol. 52, N°6, pág. 2527-2528. doi.org/10.1021/JE700312R
- Mastebroek, H.D., Limburg, H., Gilles, T. and Marvin, H.J. (2000). Occurrence of saponins in leaves and seeds of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80, 152-156. doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(20000101)80:1%3C152::AID-JSFA503%3E3.0.CO;2-P
- Medina -Meza, I. G., Nicole, A., Aluwi, N. A., Saunders, S. R. and Ganjyal, G.M. (2016). GC-MS Profiling of Triterpenoid Saponins from 28 Quinoa Varieties (*Chenopodium quinoa* Willd.) Grown in Washington State. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 64, 8583-8591. doi.org/10.1021/acs.jafc.6b02156
- Miranda, M., Vega-Gálvez, A., Quispe-Fuentes, I., Rodríguez, M. J., Maureira, H. and Martínez, E. A. (2012). Nutritional aspects of six Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) ecotypes from three geographical areas of Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research* 72(2), 175-181. Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/chiljar/v72n2/at02.pdf>
- Monje, C., Yarko, A., y Raffailac, J.P. (2006). Determinación de saponina total en quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) Memoria IV Congreso Nacional de la Asociación Boliviana de Protección Vegetal. C.E.A.C. - Dpto. Fitotecnia-FCAPV-UTO. ABPV. Oruro, Bolivia. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/81052755/DETERMINACION-DE-SAPONINA-TOTAL-EN-QUINUA>
- Muir, A. D., Paton, D., Ballantyne, K. and Aubin, A. A. (2002). Process for recovery and Purification of saponins and saponinogens from quinoa (*Chenopodium quinoa*). United States Patent. Recuperado de: <https://patentimages.storage.googleapis.com/a3/31/12/c2334f5d0bc88f/US6355249.pdf>
- Murillo, A. C., y Mujica Sánchez, A. (2013). Quinoa: pasado, presente y futuro. Artículo Quinoa. Pe. Recuperado de: <https://drive.google.com/file/d/1JcH67joR69pq0mErTlyzgreKaDRpZPtj/view>

- Nickel, J., Pio Spanier, L., Botelho, F.T., Arocha Gularte, M. and Helbig, E. (2016). Effect of different types of processing on the total phenolic compound content, antioxidant capacity, and saponin content of *Chenopodium quinoa Willd* grains. *Food Chemistry* 209, 139-143. doi: [org/10.1016/j.foodchem.2016.04.031](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.031)
- Quattrocchi, O. A., Abelaira de Andrizzi, S. I., Laba, R. P. (1992). Introducción a la HPLC. Pág. 3-4, 40, 71, 322-324. Recuperado de: file:///C:/Users/tom-4/Downloads/Introduccion_a_la_HPLC_Quattrocchi.pdf
- Quispe-Fuentes, I., Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Lemus-Mondaca, R., Lozano, M. and AH-Hen, K. (2012). A Kinetic approach to saponin extraction during washing of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) seeds. *Journal of Food Process Engineering*, 1-9.
- Rastrelli, L., Pizza, C., Saturnino, P., Schettino, O. and Dini, A. (1995). Studies on the Constituents of *Amaranthus caudatus* (Kiwicha) Seeds. Isolation and Characterization of Seven New Triterpene Saponins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43, 904-909. doi: [org/10.1021/jf00052a011](https://doi.org/10.1021/jf00052a011)
- Ruales, J. y Baboo, N. M. (1993). Saponins, phytic acid, tannins and protease inhibitors in quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) seeds. *Food Chemistry* 48, 137-143. Recuperado de: <https://fdocuments.in/document/saponins-phytic-acid-tannins-and-protease-inhibitors-in-quinoa-chenopodium.html>
- Solíz-Guerrero, J. B., Jaso de Rodríguez, D; Rodríguez-García, R., Angulo-Sánchez, J.L. and Méndez-Padilla, G. (2002). Quinoa Saponins: Concentration and composition análisis. In *Trend in New Crops, and New Uses*. Janick J; Whipkey A. Eds. ASHA Press, Alexandria, VA, 100-114. Recuperado de: <https://hort.purdue.edu/newcrop/ncnu02/pdf/jasso-110.pdf>
- Troisi, J., Di Fiore, R., Pulvento, C., Dandria, R., Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Martinez, E. A., Lavini, A. (2014). Saponinas. Capítulo 3.3. En: Bazile D. et al (Editores), "Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013": FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia), pág. 317-330. Recuperado de: <http://www.alimentosargentinos.gov.ar/HomeAlimentos/Cultivos%20Andinos/Quinoa/Bibliografia%20Quinoa/4%20OTROS/La%20Quinoa%20en%20el%20mundo%20FAO.pdf>
- Valle Vega, P., Florentino, B.L. (2000). Agentes tóxicos naturalmente presentes en los alimentos. Introducción a la toxicología de alimentos. En: *Toxicología de alimentos*. México, D.F, Ed. Instituto Nacional de Salud Pública Centro Nacional de Salud Ambiental, pág. 77-80. Recuperado de: https://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/gmanrique/images/Toxicologia_de_Alimentos_VegaFlorentino.pdf
- Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., Martínez, E. A. (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*), an ancient Andean grain: a review. *Journal of Science Food and Agriculture* 90, 2541-2547. Recuperado de: file:///C:/Users/tom-4/Downloads/Nutrition_facts_and_functional_potential_of_quinoa.pdf
- Wehinger, C. C. (2013). Compuestos fenólicos y saponinas en semillas de quinua. (Tesina de Licenciatura) Universidad de Talca- Facultad de Ciencias de la Salud. Escuela de tecnología médica, Talca (Chile). Recuperado de: <https://silo.tips/download/compuestos-fenolicos-y-saponinas-en-semillas-de-quinua>
- Zhu, N., Sheng, S., Sang, S., Jhoo, J., Bai, N., Karwe, M. V., Rose, R. T. and Ho, Ch. (2002). Triterpene Saponins from Debittered Quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50, 865-867. Doi: 10.1021/jf011002l



FOOD TRUCKS: DESCRIPCIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURAS EN MANIPULADORES DE ALIMENTOS SEGÚN NORMATIVA VIGENTE EN LA CIUDAD DE SAN SALVADOR DE JUJUY

FOOD TRUCKS: DESCRIPTION OF FOOD HANDLERS MANUFACTURING PRACTICES IN COMPLIANCE WITH THE CURRENT LEGISLATION IN SAN SALVADOR DE JUJUY CITY

Elba Rosana Salinas¹, Cristian Esteban Ledesma¹ y Estela Noemí Flores²

¹Cátedra de La leche y sus derivados. ²Cátedra de Herramientas de la Calidad, Tecnicatura Universitaria en Producción Lechera, Extensión Académica. Sede San Pedro de Jujuy. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy (UNJu). Alberdi N° 47, San Salvador de Jujuy. Jujuy. Argentina. (C.P. 4600)

*Autor para correspondencia:
eva6975@hotmail.com

Licencia:
[Licencia Creative Commons](#)
[Atribución-NoComercial-](#)
[CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

Período de Publicación:
Julio 2021

Historial:
Recibido: 08/12/2020
Aceptado: 09/05/2021

RESUMEN

Los Food Trucks son una tendencia gastronómica importada de Estados Unidos con una popularidad creciente en el país y en la provincia. Son vehículos de venta ambulante acondicionados en su interior para la elaboración, preparación y/o expendio de alimentos y bebidas, y pueden trasladarse a distintos lugares. Tienen espacio reducido, sin localización permanente y una gran clientela, que puede presentar complejidad a la hora de efectuar la limpieza y desinfección de las superficies, favoreciendo la contaminación cruzada durante la elaboración de los alimentos y con el riesgo de generar enfermedades de transmisión alimentaria. Para su funcionamiento los Food Trucks tienen que cumplir con las normativas vigentes en materia de higiene y seguridad alimentaria, y con personal instruido en la manipulación de alimentos. El objetivo del presente estudio fue evaluar el cumplimiento de las buenas prácticas de manufacturas en manipuladores con la función específica de preparar alimentos en los Food Trucks de la ciudad de San Salvador de Jujuy según normativa vigente y describir las prácticas llevadas a cabo por estos manipuladores en los vehículos gastronómicos. Se realizó un estudio observacional descriptivo de corte transversal, con una muestra de 20 manipuladores (n=20) durante los meses de enero y febrero de 2019. Se observaron deficiencias relativas a la higiene personal y la indumentaria de los manipuladores que podrían provocar contaminaciones cruzadas, y una limpieza deficiente de superficies y utensilios. En el almacenamiento de materias primas y productos terminados, se observaron alimentos que precisan refrigeración a temperatura ambiente, almacenamiento de alimentos crudos y cocidos, sin atender la contaminación cruzada. Se manifiesta la necesidad de fortalecer la importancia de los conocimientos sobre buenas prácticas higiénicas y de manipulación de los alimentos, y una mayor vigilancia y capacitación por parte de los organismos correspondientes.

Palabras clave: BPM, Food Truck, higiene alimentaria, manipuladores, Ordenanza N° 7143

SUMMARY

Food Trucks are a food trend imported from the United States with a growing popularity in the country and province. They are street vehicles conditioned inside for the manufacturing, preparation and / or consumption of food and beverages, and can be moved to different places. They have a small space, without permanent location and a large number of customers, which can present complexity when cleaning and disinfecting surfaces, favoring cross-contamination during food processing and with the risk of generating foodborne diseases. To operate, Food Trucks must comply with current regulations on hygiene and food safety, and have personnel trained in food handling. The objective of this study was to evaluate handlers compliance of good manufacturing practices with the specific function of preparing food in the Food Trucks in San Salvador de Jujuy city in compliance with current regulations and thus to be able to describe the practices carried out by these manipulators on food vehicles. A descriptive cross-sectional observational study was conducted, with a sample of 20 manipulators (N°20) during the months of January and February 2019. Deficiencies in the personal hygiene and clothing of handlers that could cause cross-contamination, poor cleaning of surfaces and utensils were observed. In the storage of raw materials and finished products, foods requiring refrigeration at room temperature, storage of raw and cooked foods were observed, without addressing cross-contamination. There is a need to strengthen the importance of knowledge on good hygiene and food handling practices, and greater monitoring and training by relevant agencies.

Keywords: BPM, food hygiene, Food Truck, manipulators, Ordinance N° 7143

INTRODUCCIÓN

Los Food Trucks son una tendencia gastronómica importada con una popularidad creciente en el país y en nuestra provincia. Son vehículos de venta ambulante acondicionados para la cocción, elaboración, preparación y/o expendio de alimentos y bebidas, y pueden trasladarse a distintos lugares (Myrick, 2010; Maldonado y otros, 2019).

Se originaron en Estados Unidos en el siglo XIX con el surgimiento de las primeras ciudades y con la demanda de comida callejera. El Food Truck primitivo, el chuckwagon americano, es atribuido a Charles Goodnight quien, en un viaje de Texas a México, en 1866, convirtió una carreta en una cocina rústica para almorzar. Posteriormente en Norte América se aprovecharon los tranvías

abandonados para convertirlos en cafés. En el siglo XX se produjo la explosión de los Food Trucks dedicada al expendio de salchichas a estudiantes universitarios y la última etapa de este movimiento comenzó en 2008 con un restaurante móvil en Los Ángeles vendiendo tacos en un camión de helado adaptado (Hernández, 2015; Aliaga y Esteves, 2017).

En el Reino Unido, se usaron este tipo de camiones de comidas entre los años 1939 – 1945 durante la guerra como estrategias de ataque y para poder improvisar un lugar donde comer. Con el tiempo, estos camiones fueron utilizados para la venta de alimentos en regiones de escasos recursos (Myrick, 2010).

En Argentina la tendencia de los Food Trucks apareció en el año 2012 con camiones funcionando en espacios privados adaptados a la Ley N°

1166/03 para la regulación de venta de alimentos en la vía pública de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Rocha, 2015). En el año 2016 la Legislatura porteña sancionó la Ley N° 5707 con las disposiciones generales para el funcionamiento de los Food Trucks en el espacio público y con normas relacionadas en materia de higiene y seguridad alimentaria, y personal instruido en la manipulación de alimentos.

En San Salvador de Jujuy, en diciembre del 2017 el Consejo Deliberante sancionó la Ordenanza N° 7143 para regularizar el funcionamiento de los Food Trucks con una ubicación no menor de 100 metros de comercios fijos de expendio de comidas o bebidas, como restaurantes y bares, esto entre otros varios aspectos de importancia que se mencionan en la ordenanza y que se encuentran ajustados a los requerimientos del Código Alimentario Argentino (CAA, 2019a). Esta legislación tiene en el Capítulo N° II incorporada la Resolución GMC 080/96 del Reglamento Técnico del Mercado Común del Sur (MERCOSUR, 1996) los requisitos esenciales de higiene y de buenas prácticas para los manipuladores de alimentos destinados al consumo humano.

Los Food Trucks pueden representar un inconveniente importante de salud pública debido a la falta de infraestructura y servicios básicos como el suministro de agua potable, y al espacio reducido disponible en el interior de los vehículos. Los manipuladores son actores fundamentales para disminuir y evitar los riesgos de contaminación, por tal motivo, es importante recordar que la manipulación de alimentos es el proceso por el cual las personas están en contacto directo con los mismos durante su preparación, fabricación, procesamiento, envasado, almacenamiento, transporte, distribución, venta, suministro y servicio.

Por esta razón, en el presente trabajo se realizó una evaluación en el cumplimiento de las buenas prácticas de manufacturas en manipuladores con la función específica de preparar alimentos en los Food Trucks de la ciudad de San Salvador de Jujuy según normativa vigente, y así poder describir las

prácticas llevadas a cabo por los manipuladores de los vehículos gastronómicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se empleó un estudio observacional de corte transversal, con abordaje descriptivo y analítico, un procedimiento con ausencia de seguimiento, y con una muestra estudiada en un momento dado, es un estudio rápido, económico y que brinda información para un estudio más complejo (Manterola, C. y Astudillo, 2013; Hernández Sampieri y otros, 2014).

Se utilizó una muestra de 20 manipuladores (n=20), operadores con función específica de preparar alimentos en 20 Food Trucks que expenden sándwich, minutas, pizzas y bebidas sin alcohol, ubicados a más de 100 metros de restaurantes y servicios de comidas en barrios próximos al microcentro de la ciudad de San Salvador de Jujuy, provincia de Jujuy. Para la evaluación del cumplimiento de las prácticas de manipulación se realizó una lista de verificación (checklist) basada en los requerimientos de la Resolución 80/96 del Reglamento del MERCOSUR (1996). En este Reglamento, las buenas prácticas descriptas tienen incumbencias en aspectos relacionados a las Materias Primas, Establecimiento, Personal, Higiene en la elaboración, Almacenamiento y transporte (de materias primas y producto final), Control de procesos y, Documentación de procedimientos y controles. En el trabajo se evaluó el cumplimiento de las buenas prácticas en manipuladores que preparaban alimentos, por lo que se valoró las incumbencias relacionadas con el personal en el desenvolvimiento de su función y no las relacionadas con la estructura del Establecimiento, Control de procesos y Documentación que dependen del propietario o de otro operario.

Las variables evaluadas se agruparon relacionadas al personal (capacitación, lavado de manos, higiene personal, uso de accesorios y hábitos o costumbres), higiene en la elaboración (empleo de utensilios y elementos durante la preparación de alimentos) y almacenamiento. Las

respuestas fueron obtenidas mediante observación directa a los trabajadores de cada Food Trucks y anotando los datos en la lista de verificación (Anexo I) diseñadas con las variables de interés. Los resultados se analizaron con estadísticas descriptivas mediante gráficos con el software InfoStat versión 2017 (Di Rienzo y otros, 2017).

RESULTADOS

Se graficaron los datos obtenidos en relación a las variables: manipuladores capacitados, lavado de manos, manipuladores con indumentaria de trabajo y ropa de calle, con accesorios y con uñas pintadas, empleo de tablas de plástico y tablas de madera, almacenamiento de alimentos en heladera y a temperatura ambiente, porque son incumbencias del operario que prepara el alimento.

Con respecto a los resultados relacionados con la capacitación del personal, en la Figura 1 se observa que el 70% (14 manipuladores) realizó el Curso de Manipulación de Alimentos y poseían el carnet de manipulador otorgado por organismo competente. El 30% de los manipuladores restantes (6) estaban inscriptos para realizar el curso de manipulación y no tenían carnet de manipulador. Con respecto al lavado de manos, en la Figura 2, se observa que el 50% (10 manipuladores) se lavó las manos antes de manipular los alimentos, el 30% (6 manipuladores) frotaba sus manos con gel desinfectante, y el 20% restante (4 manipuladores) no realizó el lavado de manos para manipular los alimentos.

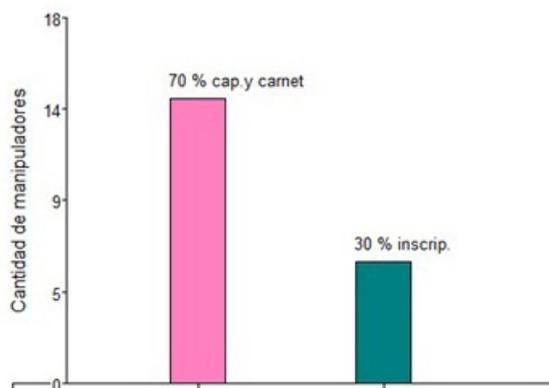


Figura 1. Porcentaje de manipuladores capacitados

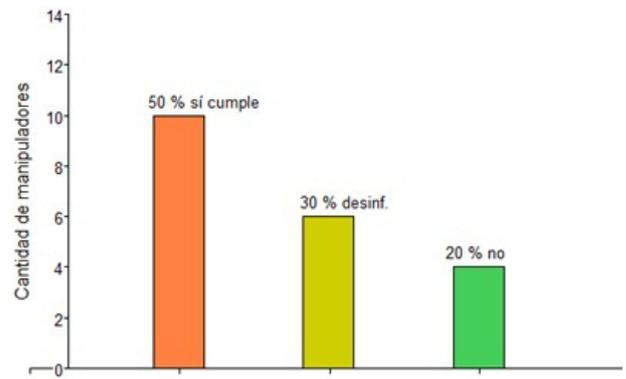


Figura 2. Lavado de manos en manipuladores

Con respecto a la Higiene personal el 90% (18 manipuladores) llevaba como uniforme, sólo indumentaria protectora cubriendo el dorso y el 10% presentaba ropa de calle, Figura 3. Toda la indumentaria era de material lavable y color oscuro, y todos los manipuladores llevaban gorras, cofias o cubrecabezas tipo pañuelos. Relacionadas al uso de accesorios u objetos personales (anillos, colgantes, relojes o pulseras) durante la manipulación de materias primas y alimentos, el 40% (8 manipuladores) no llevaba accesorios y el 60% (12 manipuladores) llevaba al menos 1 accesorio. Además, del total de manipuladores (20), el 40% (8 manipuladores) eran del sexo femenino, los cuales además de algún accesorio, tenían uñas pintadas o largas, Figura 4.

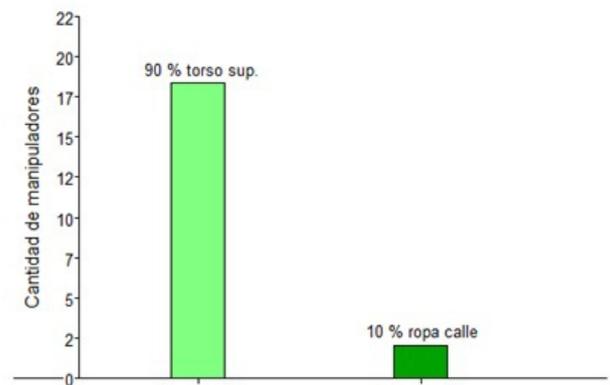


Figura 3. Manipuladores con indumentaria de trabajo vs. ropa de calle

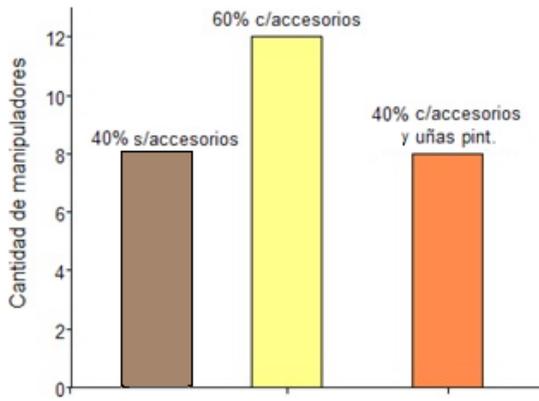


Figura 4. Manipuladores con accesorios y con uñas pintadas

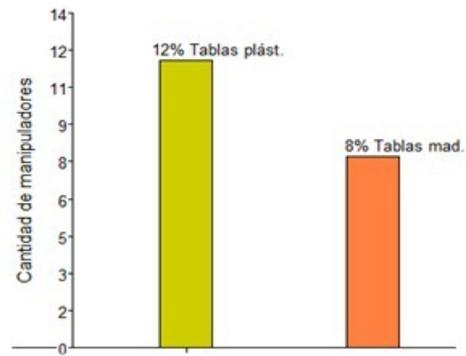


Figura 5. Empleo de tablas de plástico vs. tablas de madera

En relación a los hábitos y costumbres, el 50% (10 manipuladores) fumaban en las proximidades del módulo al terminar la jornada o cuando no elaboraban alimentos. El 80% (16 manipuladores) consumía o ingería bebidas cuando no preparaban alimentos y el 20% (4) al terminar la jornada.

En la higiene en la elaboración, en la Figura 5, se puede observar que el 60% (12 manipuladores) empleaba tablas de plástico para cortar y el 40% tablas de madera. El 100% de los manipuladores utilizaba trapo rejilla para limpiar las tablas y otras superficies donde preparaban los alimentos, y no usaban guantes, requisito no obligatorio.

En el almacenamiento de alimentos que requerían refrigeración, como carnes, milanesas crudas, hamburguesas, jamón, queso tipo Tybo, queso cremoso, y diferentes tipos de salsas, los manipuladores (14) en el 70% de los food trucks (14 vehículos de los 20 muestreados) los conservaba en recipientes herméticos en la heladera hasta empezar la preparación, luego los mantenían a temperatura ambiente, el 30% (6) restantes tenía estos alimentos sin refrigeración y en recipientes cerrados (Figura 6). Las salsas y aderezos se encontraban en pomos de plásticos para que el cliente se sirviera a su gusto.

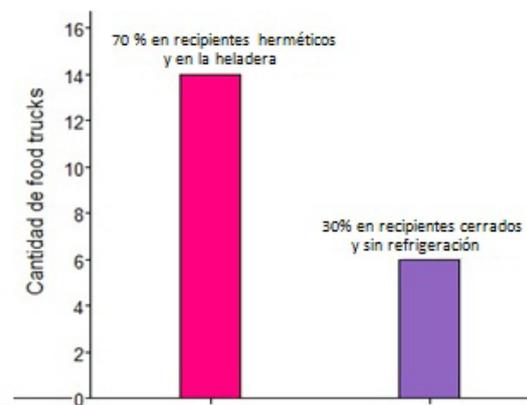


Figura 6. Almacenamiento de alimentos en heladera vs. temperatura ambiente

DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos en este trabajo, en la Capacitación del personal, un 70% de los manipuladores cumplía con el requisito solicitado en el artículo 21 del CAA (2019a) que toda persona que realice actividades en contacto con alimentos en establecimientos elaboradores deberán poseer un Carnet de Manipulador de Alimentos, cuyo único requisito para obtenerlo es cursar y aprobar un Curso de Manipulación Segura de Alimentos, dictado en este caso por la Dirección de Seguridad Alimentaria de la Municipalidad de San Salvador de Jujuy, y requerido por la Comisión Nacional de Alimentos (CONAL), mediante la Resolución Conjunta N°12/2019 de la Secretaría de Regulación y Gestión Sanitaria y la Secretaría de Alimentos y Bioeconomía.

Si bien el 70% es un porcentaje alto para el requisito de capacitación de los manipuladores, esta capacitación es obligatoria para obtener el carnet y poder trabajar en establecimientos relacionados al sector alimenticio, lo cual no garantiza el compromiso de los operadores para el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), además se observó el incumplimiento de la norma en el 30 % de los casos. La capacitación adquiere importancia con la manera en que los conocimientos son adquiridos y traducidos en las prácticas.

La implementación de planes de capacitación en empresas de países como Colombia y Reino Unido, por ejemplo, para manipuladores de venta callejera y de distribuidora de alimentos respectivamente, representaron una disminución en los riesgos de adquirir enfermedades transmitidas por alimento debido al aumento en el cumplimiento de BPM por operarios que recibieron educación en inocuidad (Walker *et al.*, 2003; Bayona, 2009). Pero en otras investigaciones se estableció, además, que es indispensable utilizar otro tipo de estrategia que comprometa al manipulador de alimentos, como charlas de motivación y de concientización según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO, 2007; Serna y otros, 2009).

El lavado de manos es una actividad fundamental durante la preparación de los productos alimenticios (OMS, 1996), porque se contaminan con microorganismos existentes en los alimentos. Cada vez que se manipule uno de los ingredientes, la Organización Mundial de la Salud, (OMS, 2007), aconseja el lavado de manos con agua y jabón, y se recomienda el gel desinfectante u otro producto sanitizante, luego de realizar este procedimiento.

En la higiene personal, en gastronomía, el objetivo de la indumentaria es limitar el aporte de contaminantes, tanto de los que proceden del exterior de la cocina (sector de elaboración) como los del propio operario. En relación a la ropa de calle en manipuladores, la OMS (2007) en las guías de Buenas Prácticas señalan que se puede contaminar

con el polvo, humos y microorganismos y pueden pasar a los alimentos, por lo que el manipulador debe utilizar una vestimenta adecuada y exclusiva para las labores de manipulación, siendo fundamental que esté limpia.

En relación a los cubre cabezas, todos los manipuladores llevaban el cabello recogido y cofias, gorras o pañuelos, recomendado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2018) debido a que el cabello acumula microorganismos y suciedad que puede llegar a los alimentos por la posible caída de caspa o pelo y transmitir agentes patógenos a los alimentos. El cabello de las personas se mueve constantemente y, el manipulador no debe tocarlo cuando trabaja con alimentos, si lo hace, debe lavarse las manos antes de volver a tocar utensilios o productos.

El uso de accesorios u objetos personales son prácticas que no se recomienda porque pueden llevar o acumular suciedad, y si caen sobre los alimentos, además de suponer un peligro físico, resultan ser un vehículo de microorganismos. Por otro lado, los manipuladores del sexo femenino llevaban algún accesorio y tenían uñas pintadas o largas, hecho que se desaconseja porque pueden alojar suciedad debajo de las uñas y el esmalte no permite observarla, y puede desprenderse y caer a los alimentos (OMS, 1996).

En relación con hábitos y costumbres, los manipuladores siempre deben mantener hábitos de higiene que garanticen la seguridad de los alimentos que preparan. Las costumbres o conductas como fumar, comer, toser, estornudar, escupir o masticar chicle pueden dar lugar a la contaminación (OMS, 2007; Torres, 2017).

Durante la preparación de alimentos se debe tener cuidado al utilizar las tablas de picar o de cortar, se aconseja emplear una tabla para las hortalizas y otra para proteína animal, y cada vez que se utilicen, se debe lavar y desinfectar. Se recomienda tablas de material no absorbente (plástico) porque las de madera absorben más humedad y generan un ambiente propicio para

el desarrollo de microorganismos como hongos y una mayor multiplicación bacteriana (Cruz Trujillo, 2013). Asimismo, a medida que se vayan agrietando las tablas de madera o de plástico, se aconseja su reemplazo para evitar que dentro de las mismas quede humedad retenida con microorganismos o que las astillas lleguen a los alimentos provocando una contaminación física.

Todos los manipuladores utilizaban rejilla tipo paño para limpiar la tabla de cortar y otras superficies, las legislaciones alimentarias no recomiendan su uso debido a que el carácter multiuso de las rejillas y la humedad que tienen aumenta las posibilidades de contaminación cruzada con patógenos que pueden provocar intoxicaciones alimentarias (OMS, 2007). El uso de los trapos rejillas puede provocar contaminaciones cruzadas y una limpieza deficiente de superficies y utensilios.

El 100% de los operadores no usaba guantes durante la preparación de alimentos. Para muchos manipuladores y responsables de empresas del sector alimentario, utilizar guantes es necesario para asegurar un buen nivel de higiene en los alimentos, sin embargo los especialistas no comparten esta idea y desaconsejan su uso porque brindan una falsa sensación de seguridad y pueden llevar a problemas de contaminación cruzada. Además pueden contener materiales desencadenantes de alergias. La normativa europea regula los materiales aptos de los guantes para contactar con los alimentos, pero no toma en consideración la posible toxicidad de las partículas que migran desde el guante al alimento, por lo tanto lo más adecuado es lavarse las manos tantas veces como sea necesario (Yiannas, 2009).

Los alimentos como carnes, milanesas crudas, hamburguesas, jamón, queso tipo Tybo, queso cremoso y diferentes tipos de salsas, se deben mantener refrigerados y no a temperatura ambiente. Las salsas y aderezos son productos elaborados que se utilizan para modificar el sabor y/o aroma de ciertos alimentos y su uso continuado permitió la aparición de una gran variedad de salsas para

degustar y ampliar la riqueza gastronómica (CAA, 2019b). Sin embargo, a pesar de que muchas salsas y aderezos por sus componentes permiten conservarse sin refrigeración, se aconseja refrigerarlas una vez abiertos los envases originales para preservar su calidad. Muchas otras, que tienen entre sus componentes huevos, proteínas o cualquier tipo de vegetal requieren refrigeración por ser alimentos alterables con un medio propicio para el desarrollo de microorganismos (Campuzano y otros, 2015).

Es fundamental que los alimentos se almacenen adecuadamente, ya que existe una zona de peligro, entre 5 y 60°C, en la cual muchos microorganismos patógenos o no, están en condiciones óptimas para su multiplicación y podrían ocasionar deterioro de los productos alimenticios, o contaminarlos con agentes causantes de enfermedades transmitidas por alimentos. Se recomienda refrigerar rápidamente los productos cocinados y perecederos por debajo de los 5°C y mantener los alimentos preparados a temperatura superior a 60°C antes de servirlos (OMS, 2007).

CONCLUSIONES

En este trabajo se realizó una evaluación en el cumplimiento de las buenas prácticas de manufacturas en manipuladores con la función específica de preparar alimentos en los Food Trucks de la ciudad de San Salvador de Jujuy según normativa vigente, la Ordenanza Municipal N° 7143 ajustada a los requerimientos del Código Alimentario Argentino, y así poder describir las prácticas llevadas a cabo por los operarios.

Según las variables evaluadas relacionadas al personal (capacitación, lavado de manos, higiene personal, uso de accesorios y hábitos o costumbres), se pudo observar que en la capacitación el 70% realizó el curso de manipulación y poseían el carnet, y el 30% restante estaban inscriptos para realizar el curso y no tenían el carnet correspondiente. El incumplimiento como no poseer el carnet habilitante de manipulador de alimentos y la falta

de control por parte de la autoridad sanitaria pueden tener graves repercusiones sobre la seguridad de los alimentos que se expenden. Estos requerimientos son importantes porque si bien la normativa municipal sólo requiere el carnet, la Res. GMC N° 80/96 indica que la capacitación requerida al personal del establecimiento para la implementación de las buenas prácticas de manufacturas deberá ser continua porque permite a los trabajadores adquirir conocimientos sobre la higiene y la forma de manipulación para producir alimentos seguros, saludables e inocuos para el consumo humano.

Con respecto a la variable de lavado de manos, el 50% de los operarios se lavó las manos antes de manipular los alimentos, el 30% las frotaba con gel desinfectante, y el 20% no realizó el lavado. En este punto también se observa la falta de control de la autoridad sanitaria porque el lavado de manos es fundamental durante la preparación de los productos alimenticios para evitar el riesgo de una intoxicación alimentaria o de alterar la seguridad de los alimentos. Estos conocimientos se adquieren con la capacitación continua sobre la higiene y la manipulación para producir alimentos inocuos y aptos para el consumo requeridos por la legislación alimentaria vigente.

Relacionadas a la higiene personal el 90% llevaba uniforme solo cubriendo en torso y el 10% presentaba ropa de calle. Esta variable no puede pasar desapercibida porque el uso de uniforme es para limitar el aporte de contaminantes del exterior de la cocina como los del propio operario y pasar a los alimentos generando efectos no deseados sobre los productos alimenticios. Es una variable donde los agentes controladores deben verificar el uso de una vestimenta adecuada y exclusiva para las labores de manipulación.

En las variables evaluadas relacionadas al uso de accesorios u objetos personales (anillos, colgantes, relojes o pulseras) durante la manipulación de alimentos, el 40% no llevaba accesorios y el 60% llevaba al menos uno. Y del total de manipuladores el 40% eran del sexo femenino, las cuales además

de algún accesorio, tenían uñas pintadas o largas. Estas prácticas pueden poner en riesgo la seguridad de los alimentos, porque los accesorios podrían ocasionar una contaminación física o ser un vehículo de microorganismos, y las uñas pintadas o largas, pueden alojar suciedad por debajo. En esta variable evaluada también requiere mayor control por parte de la autoridad sanitaria.

En la higiene en la elaboración se observó que el 60% de los operarios empleaba tablas de plástico para cortar y el 40% tablas de madera y el 100% utilizaba trapo rejilla para limpiar las tablas y otras superficies donde preparaban alimentos. En el almacenamiento de alimentos que requerían refrigeración, se advirtió que los manipuladores en el 70% de los Food Trucks los conservaba en recipientes herméticos en la heladera hasta empezar la preparación, luego los mantenían a temperatura ambiente, el 30% restante tenía alimentos sin refrigerar y en recipientes cerrados. Estas son múltiples situaciones de riesgo de contaminaciones cruzadas en el manejo de alimentos crudos y procesados, el uso de tablas de madera no recomendadas y el uso de trapo rejilla para limpiar las tablas de cortar y otras superficies y utensilios. Esta última situación no es aconsejable en las legislaciones vigentes debido al carácter multiuso que tienen las rejillas y con la humedad que presentan aumentan las posibilidades de contaminación con microorganismos que pueden provocar intoxicaciones alimentarias, y una limpieza deficiente de superficies y utensilios.

A partir de la descripción y evaluación realizada de las prácticas que utilizan los manipuladores de alimentos de los Food Trucks en la ciudad de San Salvador de Jujuy, se considera que es necesario una mayor formación en las buenas prácticas de manufactura de los operadores evaluados con estrategias que comprometa al manipulador de alimentos, como charlas de motivación y de concientización, y un mayor control en este tipo de establecimientos por parte de las Autoridades Sanitarias.

BIBLIOGRAFÍA

- Aliaga, R. y Esteves, K. (2017). Propuesta de modelo de negocio de un food truck de venta de desayunos en una universidad privada de Chiclayo, 2016 (Tesis de pregrado), Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Perú. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1271>
- Bayona, M. (2009). Evaluación microbiológica de alimentos adquiridos en la vía pública en un sector del norte de Bogotá. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 12(2), 9-17. Recuperado de URL: <https://doi.org/10.31910/rudca.v12.n2.2009.654>
- Campuzano, S.F; Mejía Flórez, D.; Madero Ibarra, C.; Pabón Sánchez, P.S. (2015). Determinación de la calidad microbiológica y sanitaria de alimentos preparados vendidos en la vía pública de la ciudad de Bogotá D.C. *NOVA*, 2015,13 (23), pp: 81-92.
- Código Alimentario Argentino, CAA. (2019a). Capítulo II. (Res. Conj. SRyGS - SAB N° 12/2019). Recuperado de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/caa_cap_ii_feb2021_0.pdf
- Código Alimentario Argentino, CAA. (2019b). Res. Conj. SRyGS - SAB N° 33/2019. Recuperado de: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/222044/20191127>
- Cruz Trujillo, A. (2013). Las Buenas Prácticas de Higiene y Manipulación como elemento básico del Sistema de Gestión de Calidad e Inocuidad de los alimentos. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, (23), 23-30. Recuperado de: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubalnut/can-2013/can131c.pdf>
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; González, L.; Tolaba, M. y Robledo, C. (2017). InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Recuperado de: <http://www.infostat.com.ar>
- Hernández, N. R. (2015). Creación y planificación de un proyecto propio gastronómico ambulante (Trabajo final de grado). Universidad Autónoma de Barcelona, España. Recuperado de: https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2015/137482/TFG_NURIA_RECUERDA.pdf
- Hernández Sampieri, R., Fernández C., C. y Baptista, L.P. (2014). *Metodología de la investigación*. México. McGraw-Hill, pp: 89-99. Recuperado de: https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- Ley N° 1166/03. Habilitaciones y Verificaciones para la elaboración y expendio de productos alimenticios y/o a la venta ambulante en la vía pública. Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Recuperado de: <http://www2.cedom.gob.ar/es/legislacion/normas/leyes/anexos/drl1166.html>
- Ley N° 5707/2016 Marco regulatorio de los vehículos gastronómicos. Ministerio de Ambiente y Espacio Público. Recuperado de: <http://www2.cedom.gob.ar/es/legislacion/normas/leyes/ley5707.html>
- Maldonado, C.P; Álvarez, J; Del Río, M. y Mora, V. (2019). Gastronomía creativa. Análisis de la Producción científica. Estudios y Perspectivas en Turismo. Vol. 28 (2019) pp. 65. Recuperado de: <https://www.estudiosenturismo.com.ar/PDF/V28/N01/v28n1a04.pdf>
- Manterola, C. y Astudillo, P. (2013). *Study Report Checklist Descriptive Observations*. MINCIR Initiative. Int. J. Morphol., 31:115-20. Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art13.pdf>
- Mercado Común del Sur, MERCOSUR, 1996. Reglamento Técnico MERCOSUR/GMA/RES N° 80/96. Sobre las condiciones higiénico-sanitarias y de buenas prácticas de fabricación para establecimientos elaboradores/industrializadores de alimentos. Recuperado de: <http://www.puntofocal.gov.ar/doc/r>

[gmc_80-96.pdf](#)

- Myrick, R. (2010). The Complete History of American Food Trucks. Recuperado de: <http://mobile-cuisine.com/business/history-of-american-food-trucks/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura, FAO. (2007). Directrices FAO/OMS para los gobiernos sobre la aplicación del sistema de APPCC en empresas alimentarias pequeñas y/o menos desarrolladas. Estudio FAO, Alimentación y Nutrición, N° 86. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-a0799s00.htm>
- Organización Mundial de la Salud, OMS. (1996). Essential safety requirements for street foods Recuperado de: <http://www.who.int/foodsafety/publications/street-vendedfood/en/>
- Organización Mundial de la Salud, OMS. (2007). Manual sobre las cinco claves para la inocuidad de los alimentos. Recuperado de: http://www.who.int/foodsafety/publications/consumer/manual_keys_es.pdf
- Organización Panamericana de la Salud, OPS. (2018). Higiene Personal. Recuperado de: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10823:higienepersonal&Itemid=42210&lang=es
- Ordenanza N° 7143/2017 del Consejo Deliberante de San Salvador de Jujuy. *Marco Regulatorio para los vehículos gastronómicos Food Trucks*. 2017. Recuperado de: <http://cdjujuy.gob.ar/ordenanzas/dom/visualizar.php?id=7143>
- Resolución Conjunta N°12/2019 de la Secretaria de Regulación y Gestión Sanitaria y Secretaria de Alimentos y Bioeconomía. 2019. Sustitúyase el Artículo 21 de CAA referido al Carnet de Manipulador de Alimentos. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-25-2019-326756/texto>
- Resolución del Mercado Común del Sur GMC 080/96 MERCOSUR. (1996). Reglamento Técnico sobre las Condiciones Higiénicas Sanitarias y Buenas Prácticas de Fabricación para Establecimientos elaboradores/industrializadores de alimentos. GMC 11-10-1996. Recuperado de: http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/PDF/GMC_RES_1996-080.pdf
- Rocha, L. (2015). *Food trucks: hay cada vez más, pese a que no están habilitados*. La Nación. Recuperado de: <http://www.lanacion.com.ar/1770398-food-trucks-hay-cada-vez-mas-pese-a-que-no-estan-habilitados>
- Serna Cock L., Correa Gómez, M.D. y Ayala Aponte, A.A. (2009). Plan de saneamiento para una distribuidora de alimentos que atiende a niños y adultos mayores Rev. Salud pública 2009; 11(5):811-8. Recuperado de DOI: <https://doi.org/10.1590/S0124-00642009000500014>
- Torres R., R. M. (2017). Conocimientos, Actitudes y Prácticas en higiene y manipulación de alimentos de los trabajadores en los restaurantes de Miraflores y Lurigancho-Chosica, 2017. (Tesis Licenciatura). Universidad Peruana Unión, Perú. Recuperado de: <http://192.168.15.50:8080/xmlui/handle/UPEU/910>
- Yiannas, F. (2009). *Cultura de Inocuidad Alimentaria; Crear un Sistema de Gestión en Inocuidad Alimentaria*. Basado en el Comportamiento. Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria. Recuperado de DOI: 10.1007/978-0-387-72867-4
- Walker E, Pritchard C, Forsythe S. (2003). Hazard analysis, critical control point and implementation of prerequisites in small and medium-sized food businesses. Food Control 2003;14(3):169-74. Recuperado de: DOI: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713502000610?via%3Dihub>



ANEXO I

LISTA DE VERIFICACIÓN BPM - FOOD TRUCKS

CIUDAD Y FECHA:

IDENTIFICACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO N°

OBJETIVO: Cumplimiento de las BPM según legislación vigente - Información anónima y de carácter no vinculante

	ASPECTOS A VERIFICAR	Si	No	OBSERVACIONES
1	PERSONAL MANIPULADOR DE ALIMENTOS			
1.1	EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN			
1.1.1	Posee el manipulador Carnet habilitante por la Autoridad Sanitaria?			
1.1.2	Realizó el operario el curso o capacitación en manipulación higiénica de alimentos dictado por la Autoridad Sanitaria?			
1.2	LAVADO DE MANOS			
1.2.1	Los manipuladores se lavan y desinfectan las manos cada vez que sea necesario?			
1.2.2	Utilizan alcohol o algún desinfectante después del lavado de manos?			
1.3	HIGIENE PERSONAL			
1.3.1	Los operarios llevan uniforme adecuado de color claro y limpio?			
1.3.2	El personal utiliza mallas o cofias para recubrir cabello?			
1.3.3	Las manos de los operarios se encuentran con joyas?			
1.3.4	Las manos tienen uñas cortas y sin esmalte?			
1.3.5	¿Los operarios poseen algún otro tipo de accesorio? (aros, colgantes)			
1.3.6	Los empleados fuman en los módulos?			
1.3.7	Los empleados comen o beben en los módulos?			
2	HIGIENE EN LA ELABORACIÓN			
2.1	Los operarios que manipulan los alimentos utilizan tablas plásticas?			
2.2	Los operarios que manipulan los alimentos utilizan tablas de maderas?			
2.3	Los operarios que manipulan los alimentos utilizan trapo rejilla?			
2.4	Los operarios llevan guantes están en perfecto estado?			
3	ALMACENAMIENTO			
3.1	Los alimentos que requieren refrigeración estaban en la heladera?			
3.2	Se observa alimentos que requieren refrigeración a temperatura ambiente?			
3.3	Se observa en la heladera alimentos crudos y cocidos almacenados juntos?			
3.4	Las salsas y aderezos se refrigeran?			

EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES E HIDROXIMETILFURFURAL DE DIFERENTES MIELES DE LA PROVINCIA DE JUJUY

CONTENT EVALUATION OF TOTAL PHENOLIC AND HYDROXYMETHYL FURFURAL COMPOUNDS OF DIFFERENT HONEYS FROM JUJUY PROVINCE

Fredy Antonio Caleb Díaz, Rafael Augusto Colqui¹, Magali Verónica Méndez^{2*} y Valeria Fernanda Rozo^{*}

¹Cátedra de Bromatología II. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy (UNJu). Alberdi N° 47, San Salvador de Jujuy. Jujuy, Argentina. (C.P. 4600)

²Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA), Universidad Nacional de Jujuy - CONICET, Laboratorio de Palinología. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy (UNJu). Alberdi N° 47, San Salvador de Jujuy. Jujuy, Argentina. (C.P. 4600)

*Autor para correspondencia:
valeriafernandarozo@gmail.com
magalivmendez@gmail.com

Licencia:
[Licencia Creative Commons](#)
[Atribución-NoComercial-](#)
[CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

Período de Publicación:
Julio 2021

Historial:
Recibido: 18/03/2021
Aceptado: 25/06/2021

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el contenido de hidroximetilfurfural y compuestos fenólicos totales presente en mieles artesanales de diferentes regiones de la Provincia de Jujuy con el fin de contribuir en su caracterización. Para ello, se analizó un total de 32 muestras provenientes de las regiones de Quebrada, Valles y Yungas, como así también, mieles comerciales para su comparación.

Los valores encontrados de hidroximetilfurfural en mieles artesanales y comerciales no superan los niveles máximos permitidos por el Código Alimentario Argentino (40 mg HMF/Kg miel). Se registró 6,86 mg/Kg para la región Quebrada, 17,89 mg/Kg para la región Yungas y 29,98 mg/Kg para la región Valles. Mientras que las mieles comerciales presentaron un promedio de 31,66 mg/Kg.

Con respecto al contenido de compuestos fenólicos totales, las mieles provenientes de las regiones Yungas (94,7 mg AGe/100 g) y Valles (83,10 mg AGe/100 g) registraron valores mayores a los contenidos en mieles comerciales (77,41 mg AGe/100 g).

Como conclusión se puede decir que el bajo contenido de hidroximetilfurfural en mieles artesanales refleja el buen manejo de la miel durante la recolección y almacenamiento realizado por los apicultores, y el alto contenido de compuestos fenólicos totales podría atribuir propiedades benéficas a la miel. Estas conclusiones destacan el potencial apícola de la provincia, que debería ser mejor explotado para poder competir en los mercados nacionales e internacionales.

Palabras clave: compuestos fenólicos totales, hidroximetilfurfural, miel

SUMMARY

The objective of this work was to evaluate the hydroxymethylfurfural content and total phenolic compounds present in artisanal honeys from different

regions in Jujuy province in order to contribute to their characterization. A total of 32 samples from the Quebrada, Valles and Yungas regions as well as commercial honey for comparison were analyzed.

Hydroxymethylfurfural values found in artisanal and commercial honeys do not exceed the maximum levels allowed by the Argentine Food Code (40 mg HMF / Kg honey). 6.86 mg / Kg for the Quebrada region, 17.89 mg / Kg for the Yungas region and 29.98 mg / Kg for the Valles region were recorded. While the commercial honeys presented an average of 31.66 mg / Kg.

Regarding the content of total phenolic compounds, honeys from the Yungas (94.7 mg AGe / 100 g) and Valleys regions (83.10 mg AGe / 100 g) registered higher values than those in commercial honeys (77, 41 mg AGe / 100 g).

In conclusion, it can be said that hydroxymethylfurfural low content in artisan honeys reflects beekeepers' good handling of honey during collection and storage, and total phenolic compounds high content could attribute beneficial properties to honey. These conclusions highlight the province's beekeeping potential, which should be better exploited in order to compete in national and international markets.

Keywords: hydroxymethylfurfural, honey, total phenolic compounds

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista químico, “la miel es una solución concentrada de azúcares reductores y cantidades menores de otros carbohidratos, proteínas, aminoácidos, ácidos orgánicos, enzimas, vitaminas y minerales” (Cabrera *et al.*, 2017). También se ha encontrado que contiene pigmentos tales como carotenoides, componentes volátiles y polifenoles.

Los compuestos fenólicos están directamente involucrados en el color de la miel, principalmente a través de los flavonoides. El néctar de las plantas es una fuente de compuestos fenólicos. El tipo y la concentración de compuestos fenólicos son los principales determinantes de las propiedades bioactivas de la miel. Se considera que estos compuestos reducen el riesgo del daño oxidativo en las células y numerosos estudios muestran su papel como antioxidantes. Por lo tanto, los compuestos fenólicos de la miel confieren a este producto posibles efectos protectores contra diversas enfermedades como cáncer, arteriosclerosis, infección e inflamación (Cabrera *et al.*, 2017).

La miel artesanal, es un producto que no ha sido sometido a ningún proceso industrial o químico, que altere sus propiedades naturales; el proceso consiste en una extracción manual en frío, posterior filtrado mecánico y decantación por gravedad. Este tipo de miel suele denominarse como miel cruda.

Por su gran valor nutricional y sabor único, está siendo cada vez más aceptada por los consumidores, utilizándose muchas veces en lugar de otros edulcorantes. Sin embargo, la adulteración de la miel para abaratar sus costos ha sido reportada en la literatura (González *et al.*, 1998; Kerkvliet & Meijeier, 2000). Por esta razón varios países han implementado estrictos estándares para la miel comercializada, incluyendo propiedades físicas, botánicas y químicas. Muchas técnicas han sido utilizadas para conocer el origen botánico y la composición química de las mieles.

La cuantificación del hidroximetilfurfural (HMF) ha sido descrita como una técnica esencial para determinar la frescura y una posible adulteración de la miel. El hidroximetilfurfural es un aldehído cíclico que se forma a temperatura ambiente por

deshidratación de la fructuosa en medio ácido (valor medio de pH 3,9), proceso que se acelera con el calentamiento o almacenamiento a elevadas temperaturas (Juan Esteban, 2001).

Existen pocos estudios que caracterizan la miel de las regiones de la provincia de Jujuy en términos de sus atributos fisicoquímicos (Ríos *et al.*, 2014; Colqui *et al.*, 2019). Sin embargo, estas regiones muestran una gran diversidad de especies nativas de interés melífero (Sánchez & Lupo, 2011, 2016, 2017; Burgos & Sánchez, 2014, 2015; Méndez *et al.*, 2016, 2018; Méndez, 2019). La mantención de apiarios en comunidades nativas ayuda a optimizar la polinización cruzada, posibilitando así la mayor producción de semillas viables que aseguren la sobrevivencia de las especies (Montenegro *et al.*, 2003).

La estructura de la producción apícola en Jujuy está formada por muchos pequeños apicultores, algunos integrados ya en modelos asociativos. Los mismos son la base para lograr un volumen importante de producción y economía de escala que permita a estos pequeños productores llegar a mercados que valoren la calidad y las características particulares de los productos obtenidos en la provincia. Por esta razón, el objetivo de este trabajo fue evaluar el contenido de compuestos fenólicos totales e hidroximetilfurfural de mieles de las regiones de los Valles, Quebrada y Yungas, con el fin de contribuir a su caracterización.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Se analizaron un total de 32 muestras correspondientes a las cosechas de los meses de enero a mayo de 2019; 10 son provenientes de la región Quebrada, 8 de la región Valle, 7 de la región Yungas y 7 comerciales. Las muestras de mieles artesanales producidas en las diferentes ecorregiones de la provincia fueron suministradas por el Laboratorio de Palinología de la Facultad de Ciencias Agrarias. Con respecto a las muestras de mieles comerciales, fueron seleccionadas de forma aleatoria en los principales comercios de la

provincia. Los análisis se realizaron por duplicado.

Hidroximetilfurfural

Para cuantificar el contenido de HMF, se siguió la metodología propuesta por White (1979) citada por Montenegro *et al.*, (2003) con modificaciones.

El procedimiento consiste en transferir 5 g de miel a un vaso de precipitado de 50 mL junto con 25 mL de agua destilada, agitando con vórtex. Se agrega 0,5 mL de solución Carrez I ($K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$, 15% p/v), 0,5 mL de solución Carrez II ($Zn(CH_3CO_2)_2 \cdot 2H_2O$, 30% p/v) y unas gotas de alcohol etílico. Se mezcla y se lleva a volumen final de 50 mL con agua destilada. La solución se filtra con papel Whatman Nº 2, eliminando los primeros 10 mL del filtrado. En dos tubos de ensayo se colocan 4 mL de filtrado en cada uno. Se agrega 4 mL de agua destilada en uno (muestra) y 4 mL de solución de $NaHSO_3$ 0,2% p/v en el otro (blanco de referencia). Se mezcla bien y se mide la densidad óptica de la muestra contra la referencia a 284 nm y 336 nm. Para realizar la lectura se utilizó un espectrofotómetro BIOTRAZA MODEL 752.

La concentración de HMF, en mg/Kg miel, se calcula con la siguiente fórmula:

$$HMF \text{ (mg/Kg)} = \frac{(AM284 - AT284) - (AM336 - AT336) \times 149,7 \times 5}{\text{Peso de muestra}}$$

Donde:

AM284: Absorbancia de la muestra a 284 nm

AT284: Absorbancia del testigo a 284 nm

AM336: Absorbancia de la muestra a 336 nm

AT336: Absorbancia del testigo a 336 nm

149,7: Factor para expresar el resultado en mg/Kg de miel

Compuestos fenólicos totales

La determinación de compuestos fenólicos totales se realizó utilizando el reactivo de Folin Ciocalteu siguiendo la metodología propuesta por Ciappini *et al.*, (2013) con modificaciones.

El procedimiento consiste en pesar $4 \pm 0,01$ g de miel, que se llevan a 25 mL con agua; a 1 mL de esta solución se le adiciona 10 mL de agua destilada y 1 mL de solución de Folin-Ciocalteu (1:2), agitando suavemente y dejando reposar durante dos minutos. Posteriormente, se agregan 2 mL de solución de carbonato de sodio al 10% y se completa a volumen con agua (25 mL). Luego de reposar 2 horas a temperatura ambiente, se lee la absorbancia de la solución a 760 nm. Se utilizó un espectro fotómetro SPECTRUM SP 1103.

Los resultados se expresan como mg de ácido gálico equivalente (AGe) en 100 g de miel, de acuerdo a la curva de calibración obtenida con el estándar (1,6 - 8 mg/L).

Análisis melisopalinológico

Para contribuir a la interpretación de los resultados de los compuestos fenólicos totales se determinó el origen botánico de las muestras a partir del análisis melisopalinológico.

El análisis fue efectuado por personal del laboratorio de Análisis Palinológicos de la Facultad de Ciencias Agrarias (Universidad Nacional de Jujuy), a partir de la técnica propuesta por Louveau *et al.*, (1978), en el marco del proyecto SECTER-UNJu "Caracterización de mieles de la Provincia de Jujuy". Resolución R.N° 2928/2017.

Análisis estadístico

Se realizaron las medidas de resumen, gráficos de cajas y gráficos de barras utilizando el programa "INFOSTAT" (Di Rienzo *et al.*, 2017). Para la determinación de la relación entre el origen botánico y el contenido de compuestos fenólicos se aplicó un análisis de correspondencia a partir del programa PAST (Hammer *et al.*, 2001). Además, se realizó un análisis de regresión simple para relacionar la riqueza polínica y el contenido de compuestos fenólicos totales a través del programa RStudio (RStudio, 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hidroxitilfurfural

Los valores encontrados de hidroximetilfurfural en mieles artesanales y comerciales no superan los niveles máximos permitidos por el Código Alimentario Argentino (40 mg HMF/Kg miel). Se registró 6,86 mg/Kg para la región Quebrada, 17,89 mg/Kg para la región Yungas y 29,98 mg/Kg para la región Valles. Mientras que las mieles comerciales presentaron un promedio de 31,66 mg/Kg (Fig. 1).

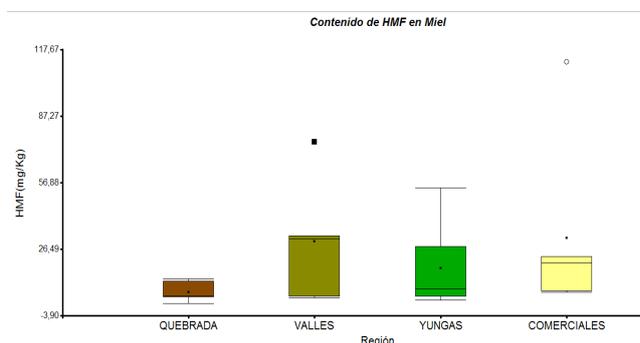


Figura 1. Contenido de hidroximetilfurfural (HMF) en mieles de diferentes regiones de la Provincia de Jujuy y mieles comerciales.

Se realizó un ANOVA y una prueba de t (tabla 1 y 2) para observar si existen diferencias significativas entre los valores obtenidos. Teniendo como referencia el p valor, podemos decir que no existe una diferencia significativa.

Tabla 1. Análisis de la varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1824,5	2	912,25	2,88	0,081
Región	1824,5	2	912,25	2,88	0,081
Error	6025,38	19	317,13		
Total	7849,88	21			

Tabla 2. Prueba de t

Clasificación	Variable	Grupo 1	Grupo 2	Media (1)	Media (2)	p-valor
Región	HMF (mg/Kg)	Comerciales	Quebrada	31,67	6,86	0,192
Región	HMF (mg/Kg)	Comerciales	Valles	31,67	29,98	0,9329
Región	HMF (mg/Kg)	Comerciales	Yungas	31,67	17,89	0,469
Región	HMF (mg/Kg)	Quebrada	Valles	6,86	29,98	0,0849
Región	HMF (mg/Kg)	Quebrada	Yungas	6,86	17,89	0,2466
Región	HMF (mg/Kg)	Valles	Yungas	29,98	17,89	0,3893

La variación del contenido de hidroximetilfurfural entre las mieles artesanales podría deberse a las distintas condiciones ambientales durante las extracciones. En este sentido, estudios realizados en mieles provenientes de zonas más cálidas han demostrado que las mismas poseen un mayor contenido de HMF (Bosch Calls y Serra Bonvehi, 1986; Mungoi, 2008).

Los valores obtenidos son similares a los reportados por Subovsky *et al.*, (2004) en mieles del nordeste argentino, que varió entre 1,2 y 30 mg/Kg, donde señalan que la variación del contenido de HMF podría deberse tanto a la época de cosecha como la forma de recolección.

Con respecto a las mieles comerciales, presentan mayor contenido de HMF que las mieles artesanales, esto podría deberse a los diferentes métodos de producción que se utilizan para su obtención. Las mieles comerciales a diferencia de las artesanales, son sometidas a la pasteurización para conseguir que esta no cristalice; cuyo proceso consiste en calentar a temperatura superior a 60°C durante 15 minutos, si bien este proceso permite alargar su vida de anaquel, reduce la calidad de las mieles con respecto a este parámetro.

Compuestos fenólicos totales

El contenido promedio de compuestos fenólicos totales (mg AGe/100 g) de las muestras de la región Yungas es de 94,7, en la región Valles es de 83,10

y en la región Quebrada es de 59,40. El máximo valor encontrado es de 220,64 mg AGe/100 g, en miel perteneciente a la región Yungas, mientras que el valor mínimo es de 31,64 mg AGe/100 g correspondiente a miel de la región Valles. En cambio, las mieles comerciales estudiadas presentaron una media de 77,41 mg AGe/100 g, superando este valor sólo a las mieles provenientes de la región Quebrada (Fig. 2).

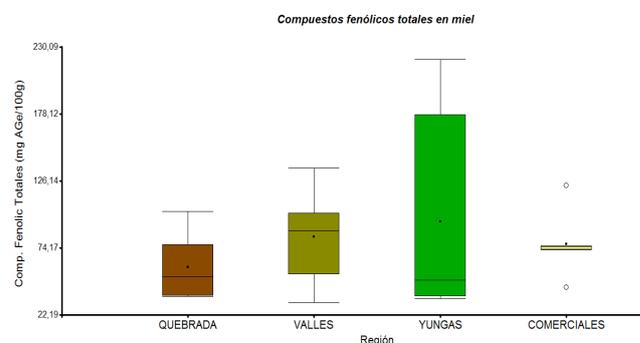


Figura 2. Gráfico de cajas correspondiente al contenido de compuestos fenólicos totales para las muestras de las regiones Quebrada, Valles, Yungas y Comerciales

Los valores cuantificados para las muestras de mieles artesanales son mayores que los encontrados en mieles chilenas (0-8,82 mg de AGe/100g) (Muñoz *et al.*, 2007), en mieles monoflorales de Cuba (23,36 – 59,58 mg AGe/100 g de miel) (Castro Cruz, 2015) y en mieles españolas donde el promedio es de 45,43 mg AGe/100 g de miel (Moreno, 2009). Estos valores, más bien, se asemejan a los reportados en mieles monoflorales de la región Pampeana (Ciappini *et al.*, 2013) que comprende valores entre

40,30 y 193,03 mg AGE/100 g, y a mieles de distintas regiones de Bolivia (55,86 y 267,51 mg AGE/100 g de miel) (Quino & Alvarado, 2017). Sin embargo, son menores que los valores reportados en mieles peruanas donde se encontró entre 83,15 y 207 mg AGE/100 g de miel (Muñoz et al., 2014). Estas variaciones en relación a otros países y regiones, podrían corresponderse a las características de la flora de origen de las mieles.

Análisis melisopalínológico

De acuerdo al análisis melisopalínológico de las muestras de miel artesanal, se identificaron un total de 67 tipos polínicos, 17 a nivel de familia, 32 a nivel de género, 11 a nivel de especie, 2 a nivel de tipo (es decir, que tiene cierta afinidad morfológica por un género o especie), 1 a nivel de tribu, 1 a nivel de clase y 2 indeterminados.

En relación a las familias botánicas mejor representadas fueron Asteraceae y Fabaceae, resultados que coinciden con lo obtenido en mieles tanto maduras como inmaduras y polen corbicular en áreas similares, estudiadas en la provincia de Jujuy (Sánchez & Lupo 2011; Burgos & Sánchez 2014; Burgos et al., 2015; Méndez et al., 2016, 2018).

En muestras de la región de Yungas los tipos polínicos que presentaron mayor abundancia relativa (AR%) son *Clematis* sp., *Salix humboldtiana* y *Citrus* sp. Mientras que, para la región de Valles se presentan *Eucalyptus* sp, *Salix humboldtiana*, *Parapiptadenia excelsa*, *Allophylus edulis* y *Baccharis* sp. En muestras de mieles de la Quebrada se pudieron identificar a tipos polínicos como, Brassicaceae, Asteraceae, *Prosopis* sp., Fabaceae, *Schinus* sp., *Plantago* sp., entre los más abundantes.

Análisis de regresión simple: riqueza polínica vs compuestos fenólicos

Se realizó un análisis de regresión simple para estudiar la relación entre el contenido de

compuestos fenólicos totales y la riqueza polínica presentes en las mieles de diferentes regiones de la provincia de Jujuy (Tabla 3).

Tabla 3. Modelo de regresión lineal simple. Coeficientes y estimadores para muestras de miel de las distintas regiones de Jujuy.

Modelo	Var. Respuesta	Var. Explicativas	Error			p-valor
			Estimador (B)	Std	Valor (t)	
PT	Polifenoles totales mg AgE/100g	Intercepto	143,004	38,808	3,762	0,00132 **
		Riqueza Polínica	-5,795	2,974	-1,949	0,06623

El modelo de regresión simple planteado no llega alcanzar un p valor significativo (p= 0.06623) para un nivel de la significancia de 0,05.

Como se muestra en la Fig. 3, los valores más altos de compuestos fenólicos totales corresponden a 2 muestras de miel de la región de Yungas (220,64 mg AGE/100 g y 177 mg AGE/100 g), donde se identificaron entre 8 y 10 tipos polínicos. A su vez, se observó que una muestra de miel de la región de los Valles, con menor riqueza polínica (7 tipos polínicos), contiene un contenido de compuestos fenólicos inferior a 100 mg AGE/100g de miel (96,43 mg AGE/100 g miel). De la misma manera, una muestra de miel en donde se contabilizaron 19 tipos polínicos, registró un valor de 101,33 mg AGE/100 g de miel. Además, en el gráfico se pueden visualizar 3 puntos, correspondientes a 3 muestras de miel de la región de Quebrada, todas ellas contabilizan 9 tipos polínicos cada una, de diferentes fuentes florales, y su contenido de polifenoles totales es variable (entre 36,58mg y 102mg AGE/100 g de miel). Con los resultados obtenidos, se podría mencionar

que la cantidad de polifenoles totales presentes en las muestras de miel variarían de acuerdo al origen floral y su procedencia (Al *et al.*, 2009; Muñoz *et al.*, 2014; Patrignani *et al.*, 2016; Sánchez Chino *et al.*, 2019). Otros factores que estarían involucrados serían aquellos referentes a su ambiente, como la radiación ultravioleta, humedad, ataque de microorganismos, entre otros, a los que haya sido sometida la planta (Castro Cruz, 2015).

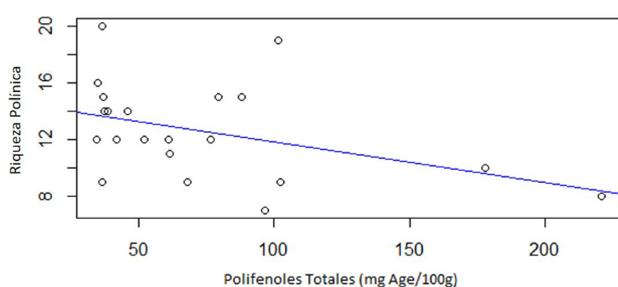


Figura 3. Representación del modelo de regresión simple compuestos fenólicos vs riqueza polínica.

CONCLUSIÓN

El contenido de HMF de las mieles artesanales de las diferentes regiones de la Provincia de Jujuy es menor que el máximo establecido por el Código Alimentario Argentino (40 mg HMF/Kg de miel). Aunque las condiciones de humedad y temperatura ambiente podrían favorecer el aumento del contenido de HMF, principalmente las mieles provenientes de la región Yungas, las concentraciones de dicho componente reflejan el buen manejo durante la recolección y almacenamiento realizado por los apicultores.

Por otra parte, el alto contenido de compuestos fenólicos totales en mieles de la región Yungas y Valles es un hallazgo que resalta las propiedades benéficas que pueden presentar estos productos. Para ello, es necesario continuar evaluando otras propiedades de la miel como por ejemplo su poder antioxidante y antimicrobiano.

Estas conclusiones destacan el potencial apícola de la provincia, que debería ser mejor explotado

para poder competir en los mercados nacionales e internacionales.

AGRADECIMIENTOS

Al laboratorio de Palinología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Jujuy por proporcionar las muestras de miel para su estudio y por realizar los análisis melisopolinológico. Como así también, a la Dra. Silvia Maldonado, por la buena predisposición para colaborar con sus equipos de laboratorio, y un especial agradecimiento a los revisores que a partir de sus observaciones contribuyeron a mejorar en la redacción del artículo.

BIBLIOGRAFÍA

- Al, M., Daniel, D., Moise, A., Bobis, O., Laslo, L., Bogdanov, S. (2009). Physico-chemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. *Food chemistry*. 112:863-867.
- Bosch Callis, J. & Serra Bonvehí, J. 1986. Evolución del contenido de hidroximetilfurfural en las mieles procesadas y situadas en el mercado español. *Alimentaria* 23 (175): 59-61.
- Burgos, M. & Sánchez, A. (2014). Preferencias alimenticias en las mieles inmaduras de *Apis mellifera* en el Chaco Serrano (Jujuy, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 49 (1): 41-50.
- Burgos, M., Sánchez, A., Lupo, L. (2015). Análisis polínico de cargas corbiculares de *Apis mellifera* del Chaco Serrano, Jujuy (Argentina); *Fundación Miguel Lillo; Lilloa*; 52; 1; 6-2015; 3-11
- Cabrera, M.; Pérez, M.; Gallez, A.; Andrada, A.; Balbarrey, G. (2017). Color, capacidad antioxidante, contenido de fenoles y flavonoides en mieles de la Región del Chaco Húmedo, Argentina. *Rev. Internacional de Botánica Experimental* 86: 124-130.

- Castro Cruz, (2015). Evaluación de indicadores para la diferenciación de mieles provenientes de la Zona Cafetera De La Sierra Nevada De Santa Marta. Trabajo de investigación. Universidad Nacional de Colombia.
- Ciappini, M.; Stoppani, F.; Martinet, R.; Álvarez, M. (2013). Actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos y flavonoides en mieles de tréboles, eucalipto y alfalfa. *Rev. Cienc. Tecnol* 15: 45-51.
- Colqui, R; Rozo, V.; Velásquez, D.; Sánchez, A. (2019). Primeros resultados de la caracterización fisicoquímica de mieles producidas en Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina. *Agraria*, Vol. XII, N° 19, 24 – 31.
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tolaba, M.; Robledo, C. (2017). "InfoStat versión 2017". Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Versión electrónica para la web: <http://www.infostat.com.ar>.
- González, I., Marques, E., Sánchez, J., González, B. (1998). Detection of honey adulteration with beet sugar using stable isotope methodology. *Food Chemistry* 61: 281-286.
- Hammer, O., Harper, D. Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 9 pp. Disponible en: <http://folk.uio.no/ohammer/past/>.
- Juan Esteban, T. (2001). Identificación y cuantificación de flavonoides en mieles españolas de diferentes orígenes botánicos y geográficos. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.
- Kerkvliet, J., Meijeier, H. (2000). Adulteration of honey: relation between microscopic analysis and $\delta^{13}C$ measurements. *Apidologie* 31: 717-726.
- Louveaux, J., Maurizio, A. & Vorwohl, G., (1978). Methods of Melisopalynology. *Bee World* 59 (4): 139-157.
- Méndez, M., Sánchez, A., Flores, F., Lupo, L. (2016). Análisis polínico de mieles inmaduras en el sector oeste de las yungas de Jujuy (Argentina); Sociedad Argentina de Botánica; Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica; 51; 3; 6-2016; 449-462
- Méndez, M., Sánchez, A., Flores, F., Lupo, L. (2018). Recurso polinífero utilizado por *Apis mellifera* L. (Himenóptera: Apidae) en un área de bosque subtropical del noroeste de Argentina; Universidad Nacional de Costa Rica; *Revista de Biología Tropical*; 66; 3; 9-2018; 1182-1196
- Méndez, M. (2019). Caracterización botánica y geográfica del flujo polínico en mieles y polen corbicular de colmenas productivas de *Apis mellifera* L. en las Yungas de Salta y Jujuy. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta.
- Montenegro, G.; Pizarro, R.; Ávila, G.; Castro, R.; Ríos, C.; Muñoz, O.; Bas, F.; Gómez, M. (2003). Origen botánico y propiedades químicas de las mieles de la región mediterránea árida de Chile". *Rev. Ciencia e Investigación Agraria* 30: 161-174.
- Moreno A., (2009). Influencia de las condiciones de almacenamiento sobre la calidad físico-química y biológica de la miel. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.
- Mungoi, E., (2008). Caracterización físico-química y evaluación sanitaria de la miel de Mozambique. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Muñoz, O.; Copaja, S.; Speisky, H.; Peña, R.; Montenegro, G. (2007). Contenido de flavonoides y compuestos fenólicos de mieles chilenas e índice antioxidante. *Quim. Nova* 4: 848-851.

- Muñoz, A., Ureta C., Blanco Basco T., Castañeda Castañeda B., Quiroz J., Yarasca A. (2014). Determinación de compuestos fenólicos, flavonoides totales y capacidad antioxidante en mieles peruanas de diferentes fuentes florales. *Revista de la Sociedad Química de Perú* Vol 80 N° 4.
- Patrignani M., Lupano C., Conforti P. (2016). Color, cenizas y capacidad antioxidante de mieles de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía* Vol 115: 77-82.
- Quino L. & Alvarado J. (2017). Capacidad antioxidante y contenido fenólico total de mieles de abeja cosechada en diferentes regiones de Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. *Rev. Bol. Quim* 34(3): 65-71.
- Ríos, F., Sánchez, A., Lobo, M., Lupo, L., Coelho, I., Castanheira, I., Samman, N. (2014). A chemometric approach: Characterization of quality and authenticity of artisanal honeys from Argentina. John Wiley & Sons Ltd; *Journal Of Chemometrics*; 28; 12; 12-2014; 834-843
- (RStudio, 2020) R Core Team. (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible en <https://www.R-project.org/>.
- Sánchez, A. & Lupo, L. (2011). Origen botánico y geográfico de las mieles de El Fuerte, Departamento de Santa Bárbara, Jujuy, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 46(1-2), 105-111.
- Sánchez, A. & Lupo, L. (2016). Caracterización de Miel de la Provincia de Jujuy: Zona I Prepuna. *Rev. Bol. Soc. Argen. Bot.* 51: 441-448.
- Sánchez, A. & Lupo, L. (2017). Pollen analysis of honeys from the northwest of Argentina: Province of Jujuy; Taylor & Francis; *Grana*; 56; 6; 3-4-2017; 462-474.
- Sánchez Chino, X., Jiménez Martínez, C., Ramírez Arriaga, E., Martínez Herrera, J., Corzo Ríos, L., Godínez García, L. (2019). Actividad antioxidante y quelante de metales de las mieles de *Melipona beecheii* y *Frieseomelitta nigra* originarias de Tabasco, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores, Plantel Zaragoza. TIP. *Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, vol. 22.
- Subovsky, Martha J.; Sosa López, Ángela; Castillo, Alicia; Cano, Nelly. (2004). Evaluación del contenido de hidroximetilfurfural en mieles del nordeste argentino. *Agrotecnia* 12
- White, J.; Kushnir, I. & Doner, L. (1979). Charcoal Column/Thin Layer Chromatographic Method for High Fructose Corn Sirup and Spectrophotometric Method for Hydroxymethylfurfural in Honey: Collaborative Studies. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 62(4): 921-927.



EFFECTO ANTIFÚNGICO DE EXTRACTOS DE PROPÓLEOS OBTENIDOS EN LA PROVINCIA DE JUJUY, ARGENTINA

ANTIFUNGAL EFFECT OF PROPOLIS EXTRACTS OBTAINED IN JUJUY PROVINCE, ARGENTINA

Rosa M. Retamoso^{*1,2}, Gisela B. Ruiz^{1,2} y Marcelo R. Benítez Ahrendts^{1,2}

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy (UNJu). Alberdi N° 47, San Salvador de Jujuy. Jujuy. Argentina. (C.P. 4600)

²Laboratorio de Sanidad Apícola y Meliponícola. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy (UNJu). Alberdi N° 47, San Salvador de Jujuy. Jujuy. Argentina. (C.P. 4600)

*Autor para correspondencia:
milagroretamoso@gmail.com

Licencia:
[Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-
CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

Período de Publicación:
Julio 2021

Historial:
Recibido: 28/03/2021
Aceptado: 03/06/2021

RESUMEN

El propóleo es una sustancia resinosa producida por las abejas a partir de sustancias gomosas y resinosas de algunas plantas, cuyas propiedades fisicoquímicas varían según su fuente de origen y que utilizan en la construcción, reparación y protección de la colmena. En el presente trabajo el objetivo fue evaluar in vitro la actividad de los extractos de propóleos sobre micelio de *Ascosphaera apis* (agente etiológico de la ascosferosis), *Aspergillus* sección *nigri* (agente etiológico de aspergilosis) y *Penicillium* serie *chrysogenum* con potencial micotoxigénico que afectan la salud de las abejas. Se utilizó propóleos proveniente de las localidades de Los Nogales, Severino y Tilquiza de la provincia. Se estudió la inhibición de micelio mediante explantes fúngicos enfrentados con las diferentes diluciones. No se obtuvo diferencias entre las diluciones de propóleos, siendo más efectivas las concentraciones 0,3 y 0,03 g/mL. El propóleo presenta actividad antifúngica que controla hongos que afectan la producción de miel.

Palabras clave: antifúngico, *Ascosphaera apis*, *Aspergillus* sección *nigri*, *Penicillium* serie *chrysogenum*, propóleos

SUMMARY

Propolis is a resinous substance produced by bees from gummy and resinous substances from some plants, whose physicochemical properties vary according to their source of origin, which they use in hive construction, repair and protection. In the present work, the objective was to evaluate in vitro the activity of propolis extracts on mycelium of *Ascosphaera apis* (etiological agent of ascospherosis), *Aspergillus* section *nigri* (etiological agent of aspergilosis), and *Penicillium chrysogenum* series with mycotoxigenic potential that affect bees health. Propolis from three locations in the province was used. The inhibition of mycelium was studied by fungal explants confronted with the different dilutions. No differences

were obtained between the propolis dilutions, being the concentrations 0.3 and 0.03 g / mL more effective. Propolis has antifungal activity that controls fungi that affecting honey production.

Keywords: antifungal, *Ascosphaera apis*, *Aspergillus section nigri*, *Penicillium serie chrysogenum*, propolis

INTRODUCCIÓN

Argentina ocupa un lugar destacado en la producción de miel ya que es el segundo exportador mundial (13% del total) y el cuarto productor después de China, la Unión Europea y Turquía. El país comercializa en el exterior el 95% de la miel producida debido al bajo consumo interno y a la gran demanda principalmente de Estados Unidos, Alemania y Japón (Sánchez, Castignani y Rabaglio, 2018).

En el NOA, la apicultura es una actividad productiva con alto potencial permitiendo el desarrollo económico a nivel de pequeños emprendedores (Vásquez y Castignani, 2018). En Jujuy dicha actividad es menor, pero se percibe un proceso de crecimiento. En el año 2019 se registraron 2503 colmenas pertenecientes a 71 apiarios (Vásquez, 2019) con una concentración de apiarios en las zonas de valles cálidos y templados.

La actividad apícola se encuentra amenazada por factores ambientales y sanitarios que provocan mortandad de las colonias y afectan la producción, por lo que es necesario la implementación de alternativas naturales e inocuas que no dejen residuos en los productos apícolas, sean persistentes y fácil de emplear (Tolosa y Cañizares, 2002).

El propóleo es elaborado por las abejas a partir de los exudados resinosos, yemas y brotes que extraen y transportan hasta la colmena. El compuesto adquiere aspecto resinoso, sabor amargo, su coloración varía de amarillo a verde, rojizo y pardo. Se le atribuye actividad

antibacteriana, antifúngica, antiparasitaria y antiviral (Akca et al., 2016; Herrera et al., 2010; Peña, 2008; Nieva Moreno et al., 2005; Salatino et al., 2005).

La composición química del propóleo es muy compleja, actualmente más de 300 compuestos fueron identificados como principales constituyentes de los propóleos de diferentes zonas geográficas del mundo, entre los que se pueden mencionar ácidos fenólicos, flavonoides, terpenos, ácidos cinámicos, ácido cafeico y algunos de sus ésteres (Paulino et al., 2003; Salatino et al., 2005; Escrache y Juan, 2018). La actividad biológica depende del tipo de vegetación, la zona geográfica, la época del año, el método de recolección y la especie de abeja, siendo atribuida a la acción sinérgica de varias sustancias (Romero Rivera, 2017; Aliboni, 2014; Mayta-Tovalino y otros, 2012).

En las colmenas las abejas utilizan el propóleo para sellar aberturas, barnizar celdas, proveer de asepsia y protección, la presencia de este brinda un ambiente inadecuado para los microorganismos (Kartal et al., 2003). Sin embargo, algunos suelen violar este ambiente aséptico e ingresar a las colmenas.

Ascosphaera apis es un hongo heterotálico que causa la enfermedad de la cría yesificada, la infección afecta a las larvas entre 3 a 4 días de edad cuando ingieren las ascosporas a través de los alimentos (Matus y Sarbak, 1974; Aronstein y Murray, 2010; Simone-Finstrom, 2017) puede causar una mortandad de hasta un 80% de la cría, generando pérdidas en la producción de miel que oscilan entre un 5 y un 37% (Zaghloul et al., 2016).

En cuanto a la presencia de *Ascosphaera apis* no hay registros en colmenas de los apiarios de la provincia, sin embargo, en Argentina se encuentra difundida en la mayoría de las zonas productoras del país (Bruno, 2003). Entre los hongos oportunistas se encuentran las especies del género *Aspergillus* y *Penicillium*. Los propágulos de *Aspergillus* pueden permanecer en suspensión por periodos prolongados y contaminar cualquier superficie (Warris et al., 2003). Una enfermedad micótica que afecta a las abejas adultas y a la cría es la Aspergilosis que ocasiona la muerte y momificación. La aspergilosis o “cría de piedra” es la enfermedad producida por varias especies del género *Aspergillus* con mayor frecuencia *A. flavus*, *A. niger* y *A. fumigatus*, los que afectan a las crías de cualquier edad y a las abejas adultas (De la Sota et al., 2005). Se ha demostrado la presencia de los hongos *Penicillium*, *Aspergillus* y *Fusarium* en el tubo digestivo de las abejas, así como en la miel y otras provisiones de estos insectos (Batra et al., 1973).

El objetivo de este trabajo fue evaluar in vitro la actividad antifúngica de extractos de propóleos sobre hongos perjudiciales para *Apis mellifera*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Hongos

Las cepas de *Ascosphaera apis*, *Penicillium serie chrysogenum* y *Aspergillus sección nigri* empleadas en este estudio, fueron proporcionadas por el cepario del Laboratorio de Microbiología Agrícola y al Laboratorio de Sanidad Apícola y Meliponícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Jujuy (UNJu).

Antes de realizar la determinación de la actividad antifúngica de los diferentes extractos de propóleos, se verificó la viabilidad de cada una de las cepas seleccionadas para este trabajo.

Propóleos

Las muestras de propóleos se colectaron en

los meses de marzo, abril y mayo, se obtuvieron mediante rejillas especiales de plástico de 2 a 4 mm, las que se colocaron en la parte superior de 5 colmenas al azar, en cada uno de los apiarios pertenecientes a las localidades de Los Nogales, Severino y Tilquiza en la provincia de Jujuy. Las muestras se guardaron en frascos de vidrio al abrigo de la luz. A partir de la mezcla de propóleos de cada apiario se hizo una solución madre con 30 gr de propóleos en 100 mL de alcohol al 96%, y a partir de ella las diluciones 1/10 y 1/20. Actividad antifúngica

Para determinar la acción sobre micelio se enfrentó un explante de cada hongo ante discos de papel conteniendo 10 µL de la solución madre y de cada dilución de extractos de propóleos, luego se sembró por triplicado en placas con agar extracto de malta (MEA) (Pitt y Hocking, 2009, Samson y Pitt, 2000) y medio My20 (Udagawa y Horie, 1976), según requerimiento, se incubaron a 30°C y se midió el halo de inhibición a los 5 días.

Análisis de fenoles y flavonoides totales

Los compuestos fenólicos totales se determinaron mediante espectrofotometría basado en la reacción de óxido-reducción con el reactivo de Folin-Ciocalteu (Singlenton y Rossi, 1965); en tubos de ensayo se colocó 0,5 mL de solución etanólica de propóleos, 10 mL de agua y 1mL de reactivo de Folin-Ciocalteu se agitó y dejó en reposo por 8 minutos, luego se le adicionaron 4 mL de Na₂CO₃ al 20%, se dejó 1 hora en oscuridad y se procedió a registrar la absorbancia a 760 nm de cada una de las muestras. La curva de calibración se construyó empleando soluciones de ácido gálico.

Análisis estadístico

Los resultados fueron sometidos a un análisis estadístico a partir de la prueba de comparación de medias a posteriori LSD Fisher para las variables en estudio a partir del programa Infostat versión 2015 (Di Rienzo et al., 2015).

RESULTADOS

En las pruebas realizadas con micelio de *Ascosphaera apis*, *Penicillium serie chrysogenum* y *Aspergillus* sección *nigri*, las soluciones más concentradas con de 0,3g propóleos/mL, presentaron mayor efecto antifúngico con halos de inhibición de hasta 15,4 mm a los 5 días de incubación; mientras que las concentraciones de 0,03 y 0,003 g propóleos/mL presentaron halos de menor diámetro, para el mismo tiempo de incubación (tabla 1; fig. 1).

El análisis estadístico no demostró diferencias significativas entre la actividad inhibitoria de los propóleos de las tres localidades en estudio ($p > 0.05$; $p > 0.8671$; g.l. 33), siendo similar la acción inhibitoria de los mismos frente a *Aspergillus* sección *nigri*, *Penicillium serie chrysogenum* y

Ascosphaera apis ($p > 0.05$; $p > 0.9925$; g.l. 2).

En la tabla 2 se indican los valores medios del contenido de fenoles totales y flavonoides, la desviación estándar correspondiente y con letras el resultado de las pruebas estadísticas aplicadas que se obtuvieron para cada uno de los sitios de muestreo. El contenido de fenoles totales oscila entre valores de 33,4 mg GAE/g de EEP y 53,5 mg GAE/g EEP para los extractos analizados. En cuanto a flavonoides se obtuvo 12,8 mg QE/g EEP como el menor valor registrado correspondiente a extractos de Severino y el mayor fue de 15,4 mg QE/g EEP de extractos de Nogales. La cuantificación de fenoles totales de los diferentes sitios, dió diferencias significativas ($p < 0.05$; $p < 0.0001$; g.l.2); como así también la cuantificación de flavonoides totales ($p < 0.05$; $p < 0.0036$; g.l.2).

Tabla 1. Halos de inhibición de las tres diluciones de propóleos procedentes de tres localidades de Jujuy

Concentración g/mL	Localidad	Hongo	24hs	48hs	72hs	96hs	120hs	
0,3	Severino	<i>Ascosphaera apis</i>	6,4	11,0	14,0	14,0	14,0	
0,03			5,3	12,0	14,0	14,0	14,0	
0,003			5,0	5,5	6,5	6,5	6,5	
0,3	Tilquiza		5,0	7,0	13,0	13,0	13,0	
0,03			4,7	6,0	12,0	12,0	12,0	
0,003			4,0	4,5	6,3	6,3	6,3	
0,3	Nogales		7,0	12,0	14,5	14,5	14,5	
0,03			5,4	6,0	11,0	11,5	11,5	
0,003			4,0	4,5	7,5	7,5	7,5	
0,3	Severino		<i>Penicillium serie chrysogenum</i>	5,4	12,2	14,0	14,0	14,0
0,03				8,3	13,5	15,4	15,4	15,4
0,003				4,7	6,1	6,8	6,8	6,8
0,3	Tilquiza	5,0		8,0	13,5	13,5	13,5	
0,03		5,3		7,1	7,1	12,3	12,3	
0,003		4,4		4,8	6,9	6,9	6,9	
0,3	Nogales	7,3		14,8	15,3	15,3	15,3	
0,03		5,7		5,7	13,5	13,5	13,5	
0,003		4,8		4,8	7,7	7,7	7,7	
0,3	Severino	<i>Aspergillus sección nigri</i>		9,3	9,9	9,9	12,3	12,3
0,03				9,8	9,8	11,2	12,8	12,8
0,003				6,5	6,6	7,3	7,3	7,3
0,3	Tilquiza		8,8	9,5	11,3	11,3	11,3	
0,03			9,2	10,1	11,7	11,7	11,7	
0,003			7,1	6,2	6,4	6,4	6,4	
0,3	Nogales		7,8	9,6	12,4	12,4	12,4	
0,03			7,7	8,6	11,9	11,9	12,0	
0,003			6,0	6,9	7,5	7,5	7,5	

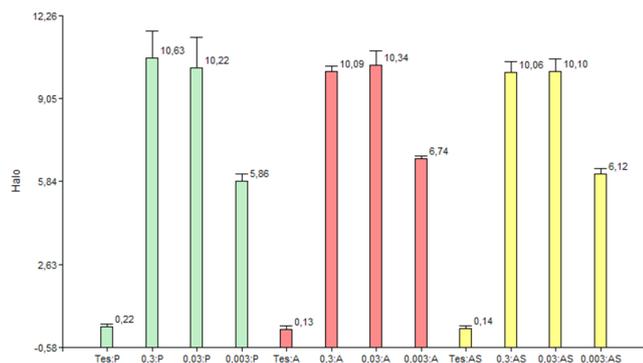


Figura 1. Halos de inhibición de propóleos (mm) en función de las concentraciones frente a A: *Aspergillus seccion niger*, P: *Penicillium serie chrysogenum* y AS: *Ascospaera apis*; Tes: Testigo, Con: Concentrado, Con-1: Concentrado -1, Con-2: Concentrado -2

Tabla 2. Contenidos de fenoles totales y flavonoides totales de muestras de propóleos procedentes de tres localidades de Jujuy

Sitios de muestreo	Contenido de Fenoles Totales (% p/p) ± DE	Test de Kruskal Wallis	Contenido de Flavonoides Totales (%P/P) ± DE	Test de Tukey
Severino	33,48 ± 0,24	B	12,83 ± 0,13	A
Nogales	43,22 ± 1,17	AB	15,42 ± 0,03	B
Tilquiza	53,6 ± 1,76	A	21,14 ± 0,04	C

DISCUSIÓN

Estudios previos demostraron que Los extractos de propóleos afectan al crecimiento de *Alternaria alternata*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus seccion nigri*, *Aspergillus versicolor*, *Botrytis cinérea*, *Candida albicans*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium serie chrysogenum*, *Plasmopara vitícola*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Trichoderma viridae*, entre otros (Lorenzo, 2010; Herrera et al., 2010; Agüero et al., 2010; Aly y Elewa 2007, Farrè y otros 2004). De igual manera en este estudio se demostró la inhibición de *Ascospaera apis*, *Penicillium serie chrysogenum* y *Aspergillus seccion nigri* a partir de extractos de propóleos proveniente de 3 zonas de Jujuy. Estos resultados, coinciden con los obtenidos por otros autores (Garedew et al., 2008), quienes utilizaron propóleos de distinto origen,

con una gran variabilidad en la inhibición final. Estos autores propusieron que dichas diferencias se atribuían a la diversidad floral asociada a cada apiario a partir del cual se obtuvieron las muestras.

Los resultados de inhibición de micelio evidenciaron la acción antifúngica, mediante la presencia de halos a los distintos tiempos de incubación y con todas las soluciones de los diferentes apiarios, siendo las soluciones concentradas las más efectivas. Datos semejantes fueron registrados por García y otros (2014) con extractos etanólicos de propóleos en la inhibición de *Candida albicans*. Las soluciones de propóleos empleadas en este estudio mostraron efectividad en la inhibición de los hongos en estudio, siendo menor el desarrollo de micelios correspondientes a las soluciones más concentradas, está bioactividad está relacionada al contenido de fenoles, como flavonoides y ácidos fenólicos (Bedascarrabure y otros, 2004; Sirepatrawan et al., 2004). La composición química de los extractos de propóleos varía de acuerdo con la ubicación, y las especies botánicas existentes en cada región, lo que incide en la efectividad de los propóleos (Aliboni, 2014, Mayta-Tovalino y otros, 2012; Romero, 2017).

Babic et al., (2011) informó de manera coincidente, que a partir de extractos etanólicos de propóleos al 30%, se observó un efecto fungistático reduciendo el crecimiento de hongos como *Ascospaera apis* y *Candida albicans*, obteniendo halos de inhibición de 14,5 mm.

En Argentina y Brasil los fenoles y flavonoides son considerados como indicadores de calidad para la producción de propóleos (Normas IRAM 2004) la determinación de fenoles totales de los extractos analizados presentaron valores altos de contenido de fenoles con un promedio de 43,41 mg GAE/g EEP, coincidente con lo reportado por Palomino et al., (2009) y Soto-Vásquez (2015).

En propóleos el contenido de fenoles y flavonoides es un parámetro importante que determina tanto la calidad del material como su potencial biológico. Existe una relación

directa entre el contenido de fenoles totales y actividades biológicas presentes en los propóleos, como actividades antioxidante, antibacteriana y antifúngica (Choi et al., 2006; Moreira et al., 2008). Con relación a la cuantificación de flavonoides los resultados son similares a los registrados para extractos etanólicos de Perú (Rengifo-Penadillos, 2013). Mientras que Lozina et al., (2010) reportó valores inferiores de contenidos de flavonoides para extractos pertenecientes a Corrientes, Mendoza, Chaco y Santiago del Estero. Los resultados obtenidos indican un alto contenido de compuestos biológicamente activos como fenoles y flavonoides en los extractos analizados.

CONCLUSIÓN

Los extractos de propóleos provenientes de apiarios de los Nogales, Severino y Tilquiza de la provincia de Jujuy presentan efecto antifúngico frente a micelios de hongos que afectan a las colmenas. Esto indica que los mismos tienen potencial para ser utilizados como alternativa de control para hongos patógenos en apicultura.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración a los "Socios de la COPAJ "Cooperativa de Productores apícolas de Jujuy Ltda." y al productor Ezequiel Verrastro.

BIBLIOGRAFÍA

- Agüero MB, Gonzalez M, Lima B, Svetaz L, Sánchez M, Succino S, Egly-Feresin G, Schmeda-Hirschmann G, Palermo J, Wunderlinand D y A Tapia, (2010). Argentinean propolis from *Zuccagnia punctata* Cav. (Caesalpinieae) exudates: Phytochemical Characterization and Antifungal Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (1): 194-201.
- Akca, A. E.; Akca, G. Topçu F.T.; Macit, E.; Pıkdöken, L. y .I F. Özgen. (2016). The comparative evaluation of the antimicrobial effect of propolis with chlorhexidine against oral pathogens: an in vitro study. *BioMed Research International*, art. ID 3627463, <http://dx.doi.org/10.1155/2016/3627463>
- Aliboni, A. (2014). Propolis from northern California and Oregon: chemical composition, botanical origin, and content of allergens. *Z. Naturforsch C.*, 69 (1-2):10-20.
- Aly, S.A y N.A. Elewa, (2007). The effect of Egyptian honeybee propolis on the growth of *Aspergillus versicolor* and sterigmatocystin biosynthesis in Ras cheese. *Dairy Research Cambridge University Press*, Vol 74:1, 74-78.
- Aronstein, K. A. y K D Murray (2010). Chalkbrood disease in honey bees. *Journal of invertebrate pathology*, 103, S20-S29.
- Babić, S., Pašić, S., Dakin, B., y A. Ćoralić, (2011). Antifungal activity of propolis originated from Bosnia and Herzegovina. *Veterinaria (Sarajevo)*, 60(3/4), 187-193.
- Batra, L.R.; Batra S.W.T. y G.E Bohart, (1973). The mycoflora of domesticated and wild bees (Apoidea). *Mycopathologia*, 49:13-44.
- Bedascarrasbure E., Maldonado L., Álvarez A y E. Rodríguez (2004). Contenido de fenoles y flavonoides del propóleo argentino. *Acta Farmacéutica Bonaerense*, 23: 369-372.
- Bruno, S. (2003). Enfermedades de las abejas. Buenos Aires, Ed. Ciencia y Abejas.
- Choi, Y. M., Noh, D. O., Cho, S. Y., Suh, H. J., Kim, K. M., & Kim, J. M. (2006). Antioxidant and antimicrobial activities of propolis from several regions of Korea. *LWT-Food Science and Technology*, 39(7), 756-761.
- De la Sota, M. (2005). Enfermedades de las abejas. Manual de procedimientos. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), pp.11-40.
- Di Rienzo, J.A; Casanoves, F; Balzarini, M.G; Gonzalez,

- L; Tablada, M. y C. W. Robledo. (2015). InfoStat version Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Escriche, I. y M. Juan-Borrás (2018). Standardizing the analysis of phenolic profile in propolis. *Food Research International*, 106, 834-841.
- Farré R.; Frasquet I. y A Sánchez, (2004). El própolis y la salud. *Ars Pharmaceutica*, 45 (1): 21-43.
- García, A. Ucar A y L. Ballester, (2014). Eliminación de *Candida albicans* con Extracto Etanólico de Propóleo comercial de *Apis mellifera* del estado Mérida, en bases de Prótesis Parciales Removibles, *Rev. Odontol. de los Andes.*, Vol. 9, pp. 4-14.
- Garedew, A.; Schmolz, E. y I. Lamprecht, (2008). Microbiological and calorimetric investigations on the antimicrobial actions of different propolis extracts: an in vitro approach. *Thermochimica Acta*, vol. 422, no 1-2, p. 115-124.
- Herrera, C.; Alvear, M.; Barrientos, L.; Montenegro, G. y L Salazar.(2010). The antifungal effect of six commercial extracts of chilean propolis on *Candida* spp. *Ciencia e Investigación Agraria*.37 (1):75-84.
- Lozina, L., Peichoto M, E., Acosta O, & Graneros G. (2010). Estandarización y caracterización organoléptica y físico-química de 15 propóleos argentinos. *Lat. Am. J. Pharm*, 29(1), 102-110. Kartal, M., Yildiz, S., Kaya, S., Kuruc, S. y Topcu, G. (2003). Antimicrobial activity of propolis samples from two different regions of Anatolia. *Journal of Ethnopharmacology*, 86 (1): 69- 73
- Matus, F. y I Sarbak (1974). Occurrence of chalkbrood disease in Hungary. *Magyar Allatorvosok Lapja*, 29, 250-255.
- Mayta-Tovalino F.; Sacsquispe-Contreras S.; Ceccarelli-Calle J. y J. Alania-Mallqui, (2012). Propóleo peruano: una nueva alternativa terapéutica antimicrobiana en estomatología. *Revista Estomatológica Herediana*, 22 (1): 50-58.
- Moreira, L., Dias, L. G., Pereira, J. A., & Estevinho, L. (2008). Antioxidant properties, total phenols and pollen analysis of propolis samples from Portugal. *Food and Chemical toxicology*, 46(11), 3482-3485.
- Nieva Moreno M.I; Zampini I.C; Ordóñez R.M; Jaime G.S; Vattuone M.A e MI Isla. (2005). Evaluation of the cytotoxicity, genotoxicity, mutagenicity, and antimutagenicity of propolis from Tucuman, Argentina. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; 53 (23): 8957-8962.
- Palomino, L. R.; García, C; Gil, M; Rojano, B. A., y D L Durango, (2009). Determination of phenolic content and evaluation of antioxidant activity of propolis from Antioquia (Colombia). *Vitae*, 16(3), 388-395.
- Paulino, N.; Dantas, A. P.; Bankova, V.; Longhi, D. T.; Scremin, A.; de Castro, S. L., y J.B. Calixto (2003). Bulgarian propolis induces analgesic and anti-inflammatory effects in mice and inhibits in vitro contraction of airway smooth muscle. *Journal of Pharmacological Sciences*, 93(3), 307-313.
- Peña, R. C. (2008). Estandarización en propóleos: antecedentes químicos y biológicos. *Ciencia e Investigación Agraria*, 35 (1): 17-26.
- Pitt J.I. y A Hocking (2009). *Fungi and Food Spoilage*. Springer Science, New York.
- Romero Rivera M.H, (2017). Interacciones entre compuestos mayoritarios anti-*Helicobacter pylori* presentes en propóleos de la Región del BioBío. Tesis Doctoral. Universidad de Concepción, Chile.
- Rengifo Penadillos R. A. (2013). Cuantificación de flavonoides en el extracto etanólico de propóleos, *Revista Farmaciencia.*, vol. 1, pp.

51, December, 2013.

- Salatino, A.; Teixeira, E.; Negri, G. y D Message, (2005). Origin and chemical variation of Brazilian propolis. Evidence-based Complementary and Alternative Medicine. Vol. 2, 33-38.
- Samson R.A. y J.I. Pitt, (2000). Integration of Modern Taxonomic Methods for *Aspergillus* and *Penicillium* Classification. Harwood Academic Publishers, Amsterdam.
- Sanchez, C. Castignani, H. y M. Rabaglio (2018). El Mercado Apícola Internacional. PROAPI, INTA.
- Simone-Finstrom, M. (2017). Social immunity and the superorganism: Behavioral defenses protecting honey bee colonies from pathogens and parasites. *Bee World*, 94(1), 21-29.
- Singleton V.L. y J. Rossi, (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents *Journal Enol. Vitic*, vol. 16, pp. 144-158.
- Siripatrawan U.; Vitchayakitti W. y R Sanguandeeul. (2013). Antioxidant and antimicrobial properties of thai propolis extracted using ethanol aqueous solution. *Int. J. Food Sci. Tech.* 48:22-27.
- Soto-Vásquez, M.R. (2015). In *Crescendo*. Institucional. Metabolitos secundarios, cuantificación de fenoles y flavonoides totales de extractos etanólicos de propóleos de tres localidades del Perú. 6(2): 22-32.
- Tolosa, L. y Cañizares, E. (2002). Obtención, caracterización y evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos de propóleos de Campeche. *Ars. Pharmaceutica*, 42 (1): 187-204
- Udagawa, S y Y Horie (1976). A new species of *Emericella*. *Mycotaxon* 4: 535-539.
- Vazquez, F. (2019). Cadena Apícola Informe de coyuntura mensual <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Apicultura/documentos/SintesisApic184.pdf>
- Vasquez, F. y H. Castignani (2018). El Mercado Apícola. Informe de Coyuntura Mensual, Cadena Apícola. <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Apicultura/documentos/SintesisApic185>.
- Zaghloul O.A; Mourad A.K; Kady M.B; Nemat F.M y M.E. Morsy (2016). Assessment of losses in honey yield due to the chalcid brood disease with reference to the determination of its economic injury levels in Egypt. *Commun Agricul Appl Biol.* 70(4):703-14.
- Soto-Vásquez MR, (2015). In *Crescendo*. Institucional. Metabolitos secundarios, cuantificación de fenoles y flavonoides totales de extractos etanólicos de propóleos de tres localidades del Perú, 6(2): 22-32.
- Warris, C.H; Klaassen, J.F; Meis, M.T; de Ruiter, H.A; de Valk y T.G. Abrahamsen (2003). Molecular epidemiology of *Aspergillus fumigatus* isolates recovered from water, air, and patients shows two clusters of genetically distinct strains. *J Clin Microbiol*, 41:4101-4106.
- Zaghloul, A. A. (2016). Physical Characteristics and Microbial Load of Chilled Holstein Bull Semen Diluted in Propolis Contained Extender. *Egyptian J. Anim. Prod*, 53(3), 153-158.



EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO CULTURAL DE TRES VARIEDADES TUC DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA LOCALIDAD DE CHALICAN, JUJUY, ARGENTINA

EVALUATION OF THE CULTURAL YIELD OF THREE SUGAR CANE TUC VARIETIES IN CHALICAN LOCALITY, JUJUY, ARGENTINA

Marcos Tadeo Catcoff*

*Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy (UNJu). Alberdi N° 47, San Salvador de Jujuy. Jujuy. Argentina. (C.P. 4600)

*Autor para correspondencia:
mcatcoff@fca.unju.edu.ar

Licencia:
[Licencia Creative Commons](#)
[Atribución-NoComercial-](#)
[CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

Período de Publicación:
Julio 2021

Historial:
Recibido: 17/06/2020
Aceptado: 08/04/2021

RESUMEN

El 83,05 % de la superficie cultivada con caña de azúcar de Argentina se encuentra implantada con la variedad LCP 85-384 debido a su buen rendimiento cultural. Uno de los pilares básicos de la fitopatología es la diversificación varietal, pero el desconocimiento del comportamiento de las nuevas variedades de caña tucumanas y su manejo agronómico óptimo, genera desconfianza en su adopción por parte del productor. El ensayo se realizó en la finca provincial Río Negro, Chalicán, Dpto. Ledesma (-24.081710, -64.804357), provincia de Jujuy. Se emplearon las variedades de *Saccharum* spp., TUC 95-10, TUC 97-8, TUC 95-37 contrastando con LCP 85-384, provenientes de la EEAOC de Tucumán. Se realizó un manejo agronómico tradicional, con preparación de suelo, surcado, plantación a fines de agosto de 2018, empleo de fertilizantes, herbicidas y riego. Para la estimación del rendimiento en caña planta y soca 1, a principios de junio de 2019 y junio de 2020, se tomó al azar cinco estaciones de muestreo por hectárea donde se determinó el número de tallos y el peso promedio de 10 tallos sucesivos cosechados, despuntados y pelados, se estimó por pesada, la producción de caña para cada lote. Los rendimientos culturales medios (\bar{x}) y desvío estándar (σ), obtenidos para caña planta LCP 85-384: $\bar{x} = 2077,25$ $\sigma = 13,09$; TUC 95-10: $\bar{x} = 1908,47$ $\sigma = 11,52$; TUC 95-37: $\bar{x} = 1540,21$ $\sigma = 68,42$; TUC 97-8: $\bar{x} = 1480,03$ $\sigma = 57,54$ kilogramos/surco y para caña soca 1 LCP 85-384: $\bar{x} = 2102,55$ $\sigma = 60,97$; TUC 95-10: $\bar{x} = 1935,28$ $\sigma = 48,82$; TUC 95-37: $\bar{x} = 1603,35$ $\sigma = 59,74$; TUC 97-8: $\bar{x} = 1370,95$ $\sigma = 42,40$ kilogramos/surco. La variedad TUC 95-10 representan una opción viable para los productores cañeros dado su buen rendimiento cultural.

Palabras clave: Caña de azúcar, diversificación varietal, rendimiento cultural

SUMMARY

The surface cultivated with sugarcane in Argentina is 83.05% and is implanted with the LCP 85-384 variety due to its good cultural performance.

Varietal diversification is one of the basic pillars of plant pathology, but the lack of behavioural knowledge of the new cane varieties from Tucumán and its optimal agronomic management generates the producer's distrust about its adoption. The test was carried out at the Río Negro provincial farm, Chalicán, Ledesma (-24.081710, -64.804357), in Jujuy province. The varieties of *Saccharum* spp. TUC 95-10, TUC 97-8, TUC 95-37 were contrasted with LCP 85-384, from the Tucumán EEAOC. Traditional agronomic management was carried out, with soil preparation, furrowing, planting at the end of August 2018, use of fertilizers, herbicides and irrigation. For the estimation of the yield in sugarcane plant, at the beginning of June 2019 and in sugarcane 1, five sampling stations were taken per hectare where the number of stems and the average weight of 10 successive harvested, blunted and peeled stems were determined. The cane production for each batch was estimated by weighing. The mean values (\bar{x}) and standard deviation (σ) of cultural yields obtained for cane plant LCP 85-384: $\bar{x} = 2077,25$ $\sigma = 13,09$; TUC 95-10: $\bar{x} = 1908,47$ $\sigma = 11,52$; TUC 95-37: $\bar{x} = 1540,21$ $\sigma = 68,42$; TUC 97-8: $\bar{x} = 1480,03$ $\sigma = 57,54$ kilograms / furrow and for soca cane 1 LCP 85-384: $\bar{x} = 2102,55$ $\sigma = 60,97$; TUC 95-10: $\bar{x} = 1935,28$ $\sigma = 48,82$; TUC 95-37: $\bar{x} = 1603,35$ $\sigma = 59,74$; TUC 97-8: $\bar{x} = 1370,95$ $\sigma = 42,40$ kilograms / furrow. TUC 95-10 variety represents a viable option for sugarcane producers given their good cultural performance.

Keywords: cultural yield, sugarcane, variety diversification

INTRODUCCIÓN

La falta de registros e investigaciones publicadas sobre el comportamiento y manejo agronómico de nuevas variedades de caña de azúcar en el área cañera de Jujuy, motivó la ejecución del presente trabajo, tratando de proveer una base para futuras investigaciones.

El 83,05 % de la superficie cultivada con caña de azúcar en Argentina se encuentra ocupada con la variedad LCP 85-384 (Digonzelli, et al., 2015). El crecimiento vertiginoso del área plantada con este cultivar se explica principalmente por su gran capacidad productiva. Sin embargo, esta predominancia genera un escenario muy inestable y de alta fragilidad (Ostengo, 2011). Un esquema monovarietal es indeseado en cualquier cultivo, sobre todo desde el punto de vista sanitario, y la caña de azúcar no es la excepción (Bautista Lozada, 2012) dado que en el caso de producirse el ataque de un patógeno sobre una variedad susceptible cuya extensión sea masiva, las consecuencias repercutirían negativamente sobre la economía de

las provincias que se dedican al cultivo de la caña en Argentina.

En efecto, este panorama quedó evidenciado en los cañaverales tucumanos por el creciente incremento del inóculo de la roya marrón *Puccinia melanocephala* a partir de 2005, año en que LCP 85-384 “quebró” su resistencia al patógeno que causa esta enfermedad (Ramallo et al., 2005). Una situación similar a la descrita para Tucumán ocurrió en el área cañera de Luisiana (Estados Unidos), en donde LCP 85-384 se expandió aceleradamente tornándose, en el año 2000, susceptible a la roya marrón, enfermedad que había sido catalogada como secundaria durante veinte años. En las condiciones de Luisiana se detectaron pérdidas del 16% en el rendimiento de caña por hectárea causadas por roya marrón en LCP 85-384 (Hoy & Hollier, 2009).

Si bien hasta el presente, en Tucumán no se han detectado pérdidas en el rendimiento cultural producidas por la enfermedad (Funes et al., 2011),

se propone una diversificación varietal en el corto plazo para contribuir a la sustentabilidad del cultivo comercial de caña de azúcar de las provincias productoras.

Como práctica agronómica se aconseja implementar uno de los pilares básicos de la fitopatología, la rotación de cultivos y variedades (Agrios, 1998), pero el desconocimiento del comportamiento de nuevas variedades de caña para la provincia Jujuy, genera desconfianza en la adopción de estas variedades por parte del productor cañero.

Las diferentes variedades de caña de azúcar presentan distintos comportamientos en sus curvas de maduración (Fogliata, 1995), LCP 85-384 presenta una acumulación de sacarosa a finales de su ciclo, aproximadamente en los meses de Agosto a Octubre lo cual la clasifica como una variedad de "maduración intermedia tardía" (Saez, 2017), esto es importante debido a que la zafra de los ingenios de la provincia de Jujuy comienza en los meses de Junio-Julio y finaliza en Noviembre-Diciembre. En esta situación serían necesarias variedades de "maduración temprana e intermedia" y por lo tanto resulten en mejores rendimientos para el productor que recibe turnos de cosechas tempranas y de mediados de los meses de zafra, resultado como una opción válida las tres variedades TUC a probar para dicha situación.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el rendimiento cultural de las variedades TUC de reciente introducción para brindar alternativas que permitan diversificar la oferta varietal del cultivo de caña de azúcar en la provincia de Jujuy.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la finca provincial Río Negro, Chalicán, Dpto. Ledesma (-24.081710, -64.804357), en la provincia de Jujuy, se abarcó un periodo de tiempo de dos años correspondientes a la caña planta y la caña soca 1.

El clima de la zona donde se realizó la experiencia se clasificó como Subtropical con estación seca empleando el sistema de Deus y García Dache, con temperaturas medias de 24,7 ° C en la estación estival y 14,8 en la invernal. Las precipitaciones medias no superan los 600 mm anuales y el régimen de lluvia es de tipo monzónico.

Previamente a la plantación de los lotes, se tomó muestras de suelo empleando barreno helicoidal a 30 y 60 cm de profundidad. El análisis se realizó en el Laboratorio de Suelo y Agua de la FCA UNJu. Se presentan los resultados y la interpretación en la figura N°4 incluida en el anexo.

Para la experiencia se emplearon las variedades de *Saccharum* spp., provenientes de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes de Tucumán, TUC 95-10, TUC 97-8, TUC 95-37 contrastando con el testigo LCP 85-384, La preparación del suelo se realizó con tres pasadas de rastra excéntrica de 22 discos en cuatro hectáreas. Se preparó surcos de 100 metros distanciados a 1,60 metros a una profundidad de 15 cm con surcadora de 2 cuerpos tirada por tractor, se empleó una pendiente de 0,4 %.

Se plantó con mano de obra, sistema Louisiana, una variedad por hectárea y se fertilizó con superfostato triple (18-46-0) en dosis de 4,5 kg/surco. Las fechas de plantación fueron, 15/08/2018 para LCP 85-384, 17/08/2018 para TUC 97-8, 24/08/2018 para TUC 95-37 y 25/08/2018 para TUC 95-10. La densidad de plantación empleada fue de 15 yemas/metro, a dos cañas paralelas troceadas cada cuatro entrenudos o canutos.

Posterior al tapado se aplicó con mochila pulverizadora los herbicidas preemergentes Atrazina 50 % SC en dosis de 3 litros/ha y Acetoclor 90 % EC 2 litros/ha.

Se realizó el riego de asiento y cuatro más, distribuidos cada dos meses, empleando el sistema por gravedad con caudales de 2,5 a 3 litros/segundo/surco.

En la fase fenológica de macollaje se realizó aplicación de bioestimulante foliar Nutrisur

(aminoácidos y péptidos) en dosis de 10 litros/ha. Además se aplicó herbicida postemergente 2,4 D para control de latifoliadas en dosis de 1,5 litros/ha.

Para la estimación del rendimiento medio, en la fase fenológica de madurez, se tomaron al azar cinco estaciones de muestreo por hectárea, cada estación se constituyó por tres surcos paralelos de 10 metros de longitud. En cada uno de los surcos se determinó por conteo el número de tallos. Con el número de tallos promedio y el peso promedio de 10 tallos sucesivos cosechados con macheta, despuntados en el punto de fragilidad natural y pelados, se estimó por pesada mediante balanza colgante, la producción de caña para cada lote.

Los resultados fueron analizados mediante análisis de la varianza (ANAVA) y las medias de los rendimientos comparadas mediante test de Tukey a un nivel de significancia del 5 %, para el procesamiento de los datos se empleó el software InfoStat, versión 2011.

RESULTADOS

La caña planta se cosechó los días 6 y 7 de Junio de 2019, y la caña soca 1 los días 4 y 5 de Junio de 2020.

Variedad	Variable		n ^o	Media	DS	Var (n-1)	Var (n)	EE	CV	Min	Máx
LCP 85-384	Rendimiento	C Planta	5	2077,25	13,09	171,33	137,07	5,85	0,63	2059,02	2093,12
LCP 85-384	Rendimiento	C Soca 1	5	2102,55	60,97	3717,44	2973,95	27,27	2,9	2020,61	2192,13
TUC 95-10	Rendimiento	C Planta	5	1908,47	11,52	132,6	106,08	5,15	0,6	1890,9	1920,92
TUC 95-10	Rendimiento	C Soca 1	5	1935,28	48,82	2383,4	1906,72	21,83	2,52	1876,13	2010,32
TUC 95-37	Rendimiento	C Planta	5	1540,21	68,42	4681,91	3745,53	30,6	4,44	1443,23	1603,13
TUC 95-37	Rendimiento	C Soca 1	5	1603,35	59,74	3569,4	2855,52	26,72	3,73	1517,53	1670,23
TUC 97-8	Rendimiento	C Planta	5	1480,03	57,54	3311,25	2649	25,73	3,89	1398,18	1533,19
TUC 97-8	Rendimiento	C Soca 1	5	1370,95	42,4	1797,7	1438,16	18,96	3,09	1302,48	1411,93

Figura 1. Tabla resumen de rendimiento cultural medio (Kg/surco) y medidas de dispersión para las variedades de caña de azúcar empleadas ($p < 0,005$)

^o n, corresponde al número de estaciones de muestreo, compuestas cada una por tres surcos paralelos de 10 m de longitud y su población de tallos.

Cuadro 1. Análisis de la varianza para caña planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Rendimiento C. Planta (kg/surco)	20	0,97	0,97	2,60	
F.V.	SC	gl	cm E	F	p-valor
Modelo	1245450,80	3	415150,27200,14	<0,0001	
Variedad	1245450,80	3	415150,27200,14	<0,0001	
Error	33188,40	16	2074,27		
Total	1278639,20	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=82,40888
Error: 2074,2747 gl: 16

Variedad	Medias	n	E-E
LCP 85-384	2077,25	5	20,37 A
TUC 95-10	1908,47	5	20,37 B
TUC 95-37	1540,21	5	20,37 C
TUC 97-8	1480,03	5	20,37 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<0,05).

Cuadro 2: Análisis de la varianza para caña soca 1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Rendimiento C. Soca 1 (kg/surco)	20	0,97	0,97	3,05	
F.V.	SC	gl	cm E	F	p-valor
Modelo	1618847,56	3	539615,85	188,22	<0,0001
Variedad	1618847,56	3	539615,85	188,22	<0,0001
Error	45871,74	16	2866,98		
Total	1664719,30	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=96,88432
Error: 2866,9840 gl: 16

Variedad	Medias	n	E.E.
LCP 85-384	2102,55	5	23,95 A
TUC 95-10	1935,28	5	23,95 B
TUC 97-8	1603,35	5	23,95 C
TUC 95-37	1370,95	5	23,95 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<0,05).

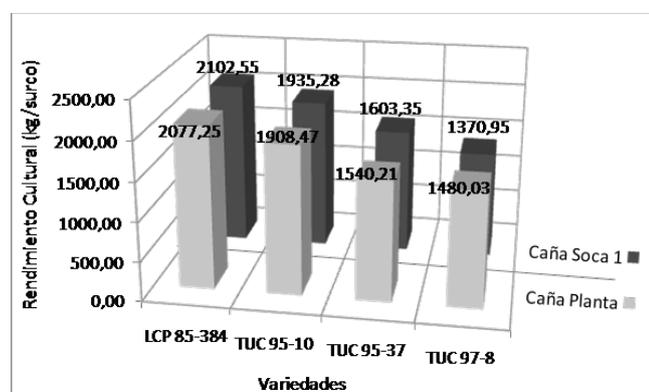


Figura 2. Gráfico de barras correspondiente al rendimiento cultural medio (kg/surco)

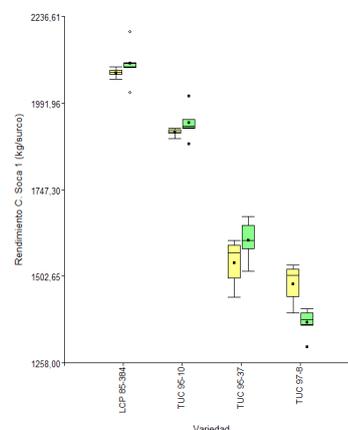


Figura 3. Gráfico de cajas correspondiente a medidas de dispersión obtenidas (color amarillo Caña Planta, color verde Soca 1)

DISCUSIÓN

Los rendimientos culturales obtenidos ponen en manifiesto lo expuesto por Digonzelli (2015), dado que la variedad LCP 85-384 fue la que produjo mayores kilogramos por surco, el análisis de la varianza demostró que estadísticamente hay diferencias significativas entre esta variedad y las nuevas ensayadas, para las condiciones de la experiencia. Se constató en las TUC rendimiento "temprano" lo cual las tornan ideales para los turnos de cosecha de los meses de Junio y Julio. No obstante, la variedad LCP 85-384 también arrojó mayor rendimiento cultural en esta cosecha, cuestionando lo expresado por Sáez en 2016. Por otra parte, el análisis estadístico demostró que la variabilidad en el rendimiento del cultivo se debe a muchos factores de tipo agronómico, ambiental y genético.

Se requiere de más aportes en materia de investigación local y ensayos con otras nuevas variedades, son necesarios trabajos donde se obtengan las curvas de maduración y acumulación de sacarosa de las variedades probadas para la provincia de Jujuy, dado que el conocimiento existente no se encuentra registrado en una base formalizada, debiendo extrapolar de investigadores de otras provincias sus experiencias. Esto representa una falta dado que en la provincia de Jujuy hay una historia de 200 años cultivando caña de azúcar.

CONCLUSIÓN

La variedad TUC 95-10 presenta rendimiento cultural y estabilidad comparable a LCP 85-384, resultando una opción válida para los turnos de cosecha temprana correspondiente a los meses de Junio y Julio.

TUC 95-37 y TUC 97-8 no expresan respuestas notables en sus rendimientos, en las condiciones donde se realizó la experiencia, no obstante, se las puede incluir en los esquemas de rotación en función de lograr diversificación varietal de los cañaverales con turno de cosecha temprana.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Ing. Agr. David Ezequiel Medina y al personal de campo de la finca provincial Río Negro, por su colaboración.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. 1998. Fitopatología. 3ra edición. Editorial Limusa. México: 168-169 pp.
- Bautista Lozada, A., Parra Rondinel, F., Espinosa García, F. 2012. Efectos de la Domesticación de Plantas en la Diversidad Fitoquímica, 253-267. Temas Selectos en Ecología Química de Insectos. El Colegio de la Frontera Sur. México. 446 p.
- Buitrago, L. 2000. El clima de la provincia de Jujuy. 2da Edición. Cátedra de climatología y fenología agrícolas, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy, San Salvador De Jujuy. Argentina. ISBN: 950-721-114-4.
- Chavanne, E. R., et al. 2012. Comportamiento productivo y fitosanitario de la nueva variedad de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) TUC 95-37 en Tucumán, R. Argentina. Revista Industrial y Agrícola de Tucumán. Vol 89, 1-9 pp.
- Cuenya, M. I., et al. 2013. Comportamiento productivo y fitosanitario de TUC 97-8, una nueva variedad de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) para Tucumán, R. Argentina. Revista Industrial y Agrícola de Tucumán. Vol 90, 1-8 pp.
- Digonzelli, P., Romero, E., Scandaliaris, J. 2015. Guía Técnica del Cañero. Estación Experimental Obispo Colombres (EEAOC), Tucumán, Argentina: 125-136 pp.
- Fogliata, F. 1995. Agronomía de la caña de azúcar. 1ra edición. Ediciones El Graduado. Argentina. Tomo I: 446-459 pp.

- Funes, C.; et al. 2011. Análisis comparativo de la severidad de roya marrón de la caña de azúcar estimada durante las campañas 2009 y 2010 en Tucumán. Libro de Resúmenes: Reunión Técnica Nacional de la Caña de Azúcar, Sociedad Argentina de Técnicos de la Caña de Azúcar, 17, Orán, Salta, R. Argentina, 2011, pp. 123-128.
- Gravois, K. A.; Legendre, B. E. 2010. The 2010Louisianasugarcanevariety survey. En: Sugarcane Research. Annual Progress Report. LSU Ag. Center, Louisiana, USA, pp. 90-102. Disponible en línea (25/05/2020): [https://www.lsuagcenter.com/portals/communications/publications/publications_catalog/research]
- Hoy, J. W.; Hollier, C. A. 2009. Effect of brown rust on yield of sugarcane in Louisiana. Plant Dis. 93(11): 1171-1174. Disponible en línea (08/06/2020): [https://www.lsuagcenter.com/portals/communications/publications/publications_catalog/research]
- Ostengo, S., et al. 2013. TUC 95-10: comportamiento productivo y fitosanitario de una nueva variedad de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) para Tucumán, R. Argentina. Disponible en línea (15/09/2019): [https://www.researchgate.net/publication/285232580_TUC_95-10_comportamiento_productivo_y_fitosanitario_de_una_nueva_variedad_de_cana_de_azucar_Saccharum_spp_para_Tucuman_R_Argentina].
- Ramallo, J.; L. D. Ploper; E. Brito y J. Giardina. 2005. Distribución y severidad de la roya marrón de la caña de azúcar en la variedad LCP 85-384 en Tucumán. Avance Agroind. 26 (1): 9-11.
- Saez, J. V. 2017. Dinámica de acumulación de sacarosa en tallos de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) modulada por cambios en la relación fuente-destino. Tesis para optar al grado Académico de Doctor en Ciencias Agropecuarias. Repositorio Digital UNC. Escuela para Graduados, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. 20 pp. Disponible en línea (15/05/2020): [<https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/6836>].



Anexo

PARAMETRO	VALOR	INTERPRETACION
Textura	FA	Baja retención de agua y nutrientes.
pH	7,58 a 7,85	Ligeramente alcalino, lo cual condiciona la disponibilidad de Fe, Mn, Bo, Cu, Zn. Favorece disponibilidad de Ca, Mg, K, S, Mo. Disponibilidad media a baja de N y P.
M.O.	0,58 a 1,14%	Poca fertilidad.
C/N	10 a 11	Mat. Orgánica del suelo bien humificada.
Carbonatos de Ca y Mg	Sin presencia	Aspecto Positivo
N total	0,06%	Cantidad baja, limitante para el cultivo.
P extractable	5 a 7 ppm	Cantidad baja, limitante para el cultivo.
K disponible	222 a 281 ppm	Cantidad elevada, sin limitante para el cultivo.
C.E.	0,33 dS/m	El suelo no presenta problemas de salinidad.

Figura 4. Tabla con interpretación de análisis de suelo, finca Río Negro Chalicán, lote semillero



Figura 5. Variedad Tuc 95-37



Figura 6. Variedad Tuc 95-10