

## AROMÁTICAS

# Fenología, componentes del rendimiento y calidad del aceite esencial de genotipos de coriandro (*Coriandrum sativum* L.), en el noreste de la provincia de Buenos Aires

I.E. Paunero<sup>1</sup>; A. Bandoni<sup>2</sup> y C. van Baren<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Ingeniería de Cultivos, EEA San Pedro, INTA. <sup>2</sup>Cátedra de Farmacognosia, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires. [paunero.ignacio@inta.gob.ar](mailto:paunero.ignacio@inta.gob.ar)

Recibido: 15/11/13

Aceptado: 10/10/14

### Resumen

Paunero, I.E.; Bandoni, A. y van Baren, C. 2014. Fenología, componentes del rendimiento y calidad del aceite esencial de genotipos de coriandro (*Coriandrum sativum* L.), en el noreste de la provincia de Buenos Aires. *Horticultura Argentina* 33(82): 19-26.

El objetivo del estudio fue evaluar la fenología, los rendimientos y sus componentes, y la calidad del aceite esencial, en parcelas experimentales, de material genético nacional e importado de coriandro, en las condiciones agroecológicas de San Pedro, en la provincia de Buenos Aires. En 2007, 2010 y 2011 fueron sembrados una cultivar de origen francés del semillero GSN (GSN); otra de origen norteamericano, de nombre comercial Leisure Split (LEI) y un material "criollo", seleccionado en la EEA San Pedro del INTA (Sanpe). Sanpe presentó un ciclo más corto, menor número de días cronológicos y días grado con respecto a GSN y LEI; así

como menor desarrollo en altura. GSN y Sanpe presentaron menor número de umbelas por planta, con respecto a LEI. El número de granos por umbela en el año 2007 no tuvo diferencias, mientras que en 2010, LEI tuvo menos que las otras dos; y en 2011 LEI no se diferenció de GSN y GSN no se diferenció de Sanpe. Sanpe y LEI tuvieron los mayores rendimientos de granos en 2007 y 2011, mientras que no tuvieron diferencias en 2010. El porcentaje de aceite esencial fue superior en GSN y LEI, mientras que el porcentaje de linalol fue superior en Sanpe. El cultivo de coriandro en el noreste de la provincia de Buenos Aires tuvo buena adaptación, con diferencias entre las cultivares evaluadas.

**Palabras clave adicionales:** Aromáticas, cilandro, ciclo, días grado, linalol.

### Abstract

Paunero, I.E.; Bandoni, A. and van Baren, C. 2014. Phenology, yield components, and quality of essential oil of coriander (*Coriandrum sativum* L.) genotypes in Northeast Buenos Aires. *Horticultura Argentina* 33(82): 19-26.

The objective of this study was to evaluate phenology, yield components, and quality of essential oil, in experimental plots, of three coriander cultivars under the ecological conditions of San Pedro, Province of Buenos Aires. The cultivars were a French one, from GSN Company (GSN), an American one, Leisure Split (LEI), and a local one selected at INTA EEA San Pedro (Sanpe). They were grown in 2007, 2010 and 2011. Sanpe showed a shorter cycle, less number of days, less degree days, and less height than GSN and

LEI. GSN and Sanpe had less number of umbels per plant as compared to LEI. In 2007 there were not differences between cultivars in number of seeds per umbel. In 2010, LEI had a lower number of seeds per umbel than the other two cultivars, while in 2011 there were not differences in that variable for LEI and GSN, and for GSN and Sanpe. Sanpe and LEI showed the highest grain yields in 2007 and 2011, while there were not differences in yield in 2010. The percentage of essential oil was highest in GSN and LEI, while Sanpe had the highest percentage of linalol. Coriander is a crop well adapted to the Province of Buenos Aires conditions, with differences between the evaluated cultivars.

**Additional keywords:** Aromatics, cycle, degree days, linalol.

## 1. Introducción

El coriandro es una de las principales especies aromáticas que se producen en Argentina (Cameroni, 2012). Pertenece a la familia Apiaceae (ex Umbelíferas). Se utilizan sus granos, enteros o molidos, como especia sola o en mezclas (ej. curry), en la fabricación de embutidos y fiambres; en la industria de licores, farmacia y perfumería; también se consumen sus hojas frescas, integrando la comida tradicional de muchos

países como Brasil, Chile, Perú y países del sudeste asiático, entre otros. En Argentina, el coriandro más utilizado para la cosecha de granos es el "tipo marroquí" (*Coriandrum sativum* var. *sativum* L.), aunque, existen poblaciones "acriolladas", pero no hay aún variedades inscriptas en el Instituto Nacional de semillas (INASE, 2013). El tipo marroquí es de grano más grande que el conocido como "tipo europeo" (*Coriandrum sativum* var. *microcarpum* L.), que posee mayor contenido de aceite esencial y grano más chico (Die-

derichsen, 1996), y que prácticamente no es producido en Argentina. El rendimiento promedio de granos en nuestro país de 1.400 kg·ha<sup>-1</sup> (Gil *et al.*, 2006) es similar, y en algunos casos superior, al obtenido en otros países productores como Canadá (900 kg·ha<sup>-1</sup>) (Government of Saskatchewan, 2008); India (500 a 1.200 kg·ha<sup>-1</sup> sin riego, y con riego, respectivamente) (India Agronet, 2013) y Australia (2.000 kg·ha<sup>-1</sup>, con riego) (Kerang, 1999). Sin embargo, estos mismos autores señalan que sería posible obtener rendimientos superiores con cultivares mejoradas (2.030 kg·ha<sup>-1</sup>, en Canadá; 1.500 kg·ha<sup>-1</sup>, en India, y superiores a 2.000 kg·ha<sup>-1</sup>, en Australia).

De la misma manera, Curioni y Arizio (1997) pudieron obtener rendimientos superiores a 3.500 kg·ha<sup>-1</sup> en parcelas sin limitaciones agroedafoclimáticas. En estudios desarrollados en San Pedro, en parcelas experimentales, se lograron rendimientos máximos entre 4.800 kg·ha<sup>-1</sup> (Paunero *et al.*, 2008) y 7.560 kg·ha<sup>-1</sup> (Paunero, 2010).

La descripción fenológica se realiza analizando la duración de cada etapa de crecimiento y su relación con eventos definidos, como el crecimiento vegetativo, la floración, el cuaje y la maduración de las semillas. En coriandro se han descrito, con ligeras variantes, las siguientes etapas o fases del cultivo: siembra-emergencia; diferenciación de las primeras hojas verdaderas; período de “roseta”, con crecimiento de las hojas pegadas al piso; el dimorfismo foliar en el centro de la roseta, y la elongación del tallo, “subida a flor” o *bolting*, para posteriormente dar inicio a la aparición de los botones florales, el inicio de floración, el cuaje y la maduración de las semillas. Teniendo el ciclo una duración de entre 120-180 días (Diederichsen, 1996; Curioni & Arizio, 1997; Gil *et al.*, 2006). Sin embargo, el recuento del número de días entre eventos puede variar por la influencia del ambiente. La medición de las etapas puede ser mejorada si se expresan las unidades de desarrollo en términos de tiempo fisiológico en lugar de tiempo cronológico, en función de la acumulación de temperatura. Para ello, se utiliza la unidad “día grado”, que se define como días en términos de grados por sobre una temperatura umbral. Teóricamente, la combinación adecuada de grados de temperatura y el tiempo cronológico es siempre el mismo (Arnold, 1959; WMO, 1993). Para completarse una etapa fenológica es necesario la acumulación de cierta cantidad de días grado sobre la temperatura base. Estas temperaturas varían con el genotipo y con la etapa de crecimiento de que se trate. Hernández Dávila (2003) determinó que la temperatura base del coriandro es de 4,8 °C, variando entre 4,1 y 5,8 °C, según los genotipos estudiados. También deter-

minó que el patrón de crecimiento es afectado por el incremento de la temperatura, por la duración del fotoperíodo y por el genotipo. Gil *et al.* (2006) proponen una temperatura base de alrededor de 3 °C para la germinación de las semillas, siendo las temperaturas base de las siguientes fases de 4, 9, 12 y nuevamente 12 °C para las fases de siembra-emergencia, emergencia-dimorfismo foliar, dimorfismo foliar-inicio de floración, inicio de floración-inicio de fructificación e inicio de fructificación-maduración, respectivamente. Sin embargo, dichos autores no presentan genotipos evaluados con esta metodología. Por su parte, Cirera *et al.* (2004) proponen una temperatura de base de 5 °C para la fase de 1° hoja verdadera-dimorfismo foliar, con una suma térmica de 343 °C día, trabajando con germoplasma “tipo marroquí”.

Cuando la exposición de luz fue de 16 horas, el número de días desde la siembra a la diferenciación floral fue 47, mientras que la exposición a 8 horas de luz la extendió a 73 días. Según Tomitaka *et al.* (2001), el coriandro se comportaría como una especie de día largo. Este aspecto es importante en la programación de las fechas de siembra, ya que un retraso en las mismas disminuye los rendimientos (Seyyed Gholam Reza Moosavi, 2012). Asimismo las variaciones en las condiciones de crecimiento influyen en la calidad del aceite esencial (Gil *et al.*, 2002).

Para cuantificar los componentes del rendimiento se determina básicamente el número de plantas por unidad de superficie, que deberá estar entre 120-200 plantas por metro cuadrado (Gil *et al.*, 1999); el número de granos por planta y el peso de los mismos. A su vez, el número de granos (frutos) está en función del número de umbelas por planta y el número de frutos por umbela, ambos valores muy variables en función del genotipo y las condiciones de crecimiento de las plantas. Por su parte, el peso de mil granos de las

**Tabla 1.** Fechas de siembra y cosecha según cultivar. San Pedro, años 2007, 2010 y 2011.

Año	Cultivar	Fecha de siembra	Fecha de cosecha
2007	GSN	20 de junio	26 de diciembre
	Sanpe	20 de junio	17 de diciembre
	LEI	20 de junio	26 de diciembre
2010	GSN	23 de junio	22 de diciembre
	Sanpe	23 de junio	16 de diciembre
	LEI	23 de junio	22 de diciembre
2011	GSN	6 de mayo	9 de diciembre
	Sanpe	6 de mayo	2 de diciembre
	LEI	6 de mayo	9 de diciembre

cultivares “tipo marroquí” es de alrededor de 10 g. Otros componentes que tienen correlación positiva con el rendimiento son la altura de las plantas, y el número de ramificaciones (Dyulgerov & Dyulgerova, 2013).

Para estudiar el contenido y composición del aceite esencial, se realiza la extracción del mismo por hidrodestilación de los granos, utilizando una trampa Clevenger y luego efectuando la cromatografía gaseosa, para determinar los componentes químicos (Norma IRAM-N°18538). Los contenidos de aceite esencial de los coriandros “marroquí” sembrados en Argentina, se encuentran entre 0,33 y 0,56 %; siendo el linalol el componente principal, con porcentajes superiores al 70 % (Bandoni *et al.*, 1998; Gil *et al.*, 2002).

Es incompleta la información disponible sobre el comportamiento de distintos genotipos de coriandro en el noreste de la provincia de Buenos Aires (Paunero *et al.*, 2008; Paunero, 2010) y zonas cercanas (Cirera *et al.*, 2004; Fernández *et al.*, 2010).

Se plantea la hipótesis que el cultivo del coriandro se adapta a las condiciones agroecológicas del noreste de la provincia de Buenos Aires.

El objetivo del estudio fue evaluar la fenología, los rendimientos y sus componentes, y la calidad del aceite esencial, en parcelas experimentales, de material ge-

nético nacional e importado de coriandro, en las condiciones agroecológicas de San Pedro, provincia de Buenos Aires.

## 2. Materiales y métodos

Durante las campañas 2007, 2010 y 2011 fueron sembrados dos cultivares importadas, una de origen francés del semillero GSN (GSN), y otra de origen norteamericano, de nombre comercial Leisure Split (LEI), del semillero Condor Seed; y un material “criollo”, seleccionado en la Estación Experimental Agropecuaria San Pedro del INTA (Sanpe) en proceso de evaluación, para su inscripción en el INASE.

Los ensayos fueron realizados en San Pedro, provincia de Buenos Aires (33° 41' S; 59° 41' O), sobre un suelo Argiudol vértico, de la serie Ramallo (INTA), típico de la zona, preparado para la siembra mediante labranza convencional (FAO, 1992).

Se sembró “a chorrillo”, en líneas distanciadas a 20 cm, utilizando una sembradora manual de un surco, tipo “planet”. Las repeticiones estuvieron formadas por cinco filas de cinco metros de largo cada una, ubicadas en un diseño en bloques al azar con cuatro re-

**Tabla 2.** Número de días y días grado (TT°C) de las etapas fenológicas, según cultivar. San Pedro, años 2007, 2010 y 2011.

		Etapa fenológica					Total ciclo	
		Siembra - 1° hoja verdadera	1° hoja verdadera - Subida a flor	Subida a flor - Plena floración	Plena floración - Inicio fructificación	Inicio fructificación - Cosecha		
2007	GSN	N° días	34	77	15	30	33	189
		TT°C	134,4	284,1	87,2	200,6	335,1	1.041,4
	Sanpe	N° días	34	66	19	22	39	180
		TT°C	134,4	184,7	103,2	163,6	329,5	915,4
	LEI	N° días	34	85	22	15	33	189
		TT°C	134,4	338,9	163,6	93,4	335,1	1.065,4
2010	GSN	N° días	26	27	14	12	42	182
		TT°C	171,5	291,9	119,6	80,5	435,9	1.099,4
	Sanpe	N° días	26	39	18	15	47	176
		TT°C	171,5	179,2	58,7	69,2	441,7	920,3
	LEI	N° días	26	27	14	12	42	182
		TT°C	171,5	291,9	119,6	80,5	435,9	1.099,4
2011	GSN	N° días	26	114	7	8	62	217
		TT°C	259,5	223,6	50,9	24,1	511,5	1.069,6
	Sanpe	N° días	26	106	8	7	63	210
		TT°C	259,5	179,1	20,5	50,9	452,8	962,8
	LEI	N° días	26	114	7	8	62	217
		TT°C	259,5	223,6	50,9	24,1	511,5	1.069,6

**Tabla 3.** Horas de luz al momento de la subida a flor, según cultivar. San Pedro, años 2007, 2010 y 2011.

Año	Horas de luz según cultivar		
	GSN	Sanpe	LEI
2007	13,5	13,2	13,8
2010	13,8	13,2	13,8
2011	13	12,8	13

peticiones por cultivar.

Se utilizó en forma experimental, el herbicida pre-emergente Flurocloridona, en dosis de 4 L·ha<sup>-1</sup>, y posteriormente se realizaron carpidas manuales, cuando fue necesario. Se fertilizó con 150 kg·ha<sup>-1</sup> de urea en una sola aplicación, aproximadamente a los sesenta días desde la siembra. Fueron realizados riegos complementarios hasta alcanzar los valores históricos de lluvias caídas en la zona (EEA San Pedro-INTA, 2013).

Las observaciones fenológicas fueron hechas una vez por semana, sobre las filas centrales de la parcela.

Para el cálculo de los días grado se realizó la sumatoria de los grados resultantes de restar a la temperatura media diaria, la temperatura base. Las fases registradas y las temperaturas base utilizadas fueron adaptadas de Gil *et al.* (2006): Siembra-1° hoja verdadera, 4 °C; 1° hoja verdadera-subida a flor (tallos elongados alrededor de 10 cm), 9 °C; subida a flor-plena floración, 12 °C; plena floración-inicio de fructificación, 12 °C; inicio de fructificación-cosecha, 12 °C, respectivamente. Se registró el número de horas de luz al inicio de la subida a flor.

Durante la cosecha, sobre cinco plantas de cada una de las dos filas centrales de cada parcela (total = 10 plantas) se midió la altura en centímetros, el número total de umbelas por planta, y el número de granos por umbela, sobre 20 umbelas tomadas al azar. Los rendimientos fueron extrapolados a kilogramos

por hectárea, del total de granos cosechados en dos muestras de un metro lineal de cada una de las dos filas centrales, incluyendo las cinco plantas utilizadas en los recuentos citados.

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de la varianza, y las diferencias entre las medias mediante el test de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). Fueron analizados por separado para cada año.

Durante dos campañas (2007 y 2010) se estudió el aceite esencial. El mismo se extrajo sobre una muestra compuesta de 300 g de granos de cada cultivar, mediante hidrodestilación y la composición química fue determinada por GC-FID-MS, según la Norma IRAM N°18538.

### 3. Resultados y discusión

En 2007, el total de agua recibido (riego + lluvias) durante el ciclo (siembra a cosecha) fue de 368 mm para la cultivar Sanpe y 373,4 mm para GSN y LEI, que se cosecharon más tarde. En 2010 y 2011 el cultivo recibió 352,3 mm y 400,9 mm de lluvias, respectivamente.

Las fechas de siembra y cosecha se presentan en la Tabla 1.

El número de días de cada etapa fenológica, los días grado y los totales del ciclo se presentan en la Tabla 2.

#### 3.1 Observaciones fenológicas

Los días de la etapa de siembra-1° par de hojas verdaderas de las tres cultivares estuvieron dentro del rango de 30-37 días, aunque ligeramente inferiores en el año 2010 y 2011. Mientras que la etapa de 1° par de hojas verdaderas-subida a flor estuvo dentro del rango de 66-85 días en el año 2007, siendo inferiores en 2010 y superiores en 2011. Por su parte, los ciclos de todas las cultivares estuvieron dentro de los rangos de 120-180 días citados en la bibliografía (Diederichsen,

**Tabla 4.** Altura y componentes del rendimiento, según cultivar. San Pedro, años 2007, 2010 y 2011.

Componente	Año 2007			Año 2010			Año 2011		
	(fecha de siembra: 20/6)			(fecha de siembra: 23/6)			(fecha de siembra: 6/5)		
	GSN	Sanpe	LEI	GSN	Sanpe	LEI	GSN	Sanpe	LEI
Apt (cm)	122 a	98 b	131 a	131 a	121 a	140 a	128 a	113 b	122 a
Pt·m <sup>-2</sup>	195 a	202,5 a	174,38 a	275 a	206,85 b	233,1 ab	135 a	126,25 a	129,35 a
Umpt	66,25 ab	61,75 b	81,6 a	15,02 b	14,1 b	24,92 a	41,62 b	36,12 b	57,85 a
GUm	27,57 a	25,67 a	27,05 a	23,2 a	25,85 a	18,57 b	23,9 ab	27,4 a	22,37 b
Rendimiento (kg·ha <sup>-1</sup> )	3.870 b	6.000 a	5.000 ab	2.235,8 a	2.179,1 a	2.802,3 a	1.759,2 b	3.637,7 a	3.212,3 a

Apt = Altura de plantas a cosecha en centímetros; Pt·m<sup>-2</sup> = número de plantas por metro cuadrado; Umpt = número de umbelas por planta; GUm = número de granos por umbela. Letras iguales dentro de cada fila, para un mismo año, indican que no existen diferencias estadísticas significativas según Duncan ( $\alpha = 0,05$ ).

1996; Curioni & Arizio, 1997; Gil *et al.*, 2006), siendo más largos en 2011 en que se sembró un mes antes. Por lo general, los días de las distintas etapas y el total del ciclo son variables, dependiendo fundamentalmente del genotipo y las condiciones ambientales, especialmente la temperatura y el fotoperíodo (Gil *et al.*, 2006). En el año 2011, que se sembró más temprano, se extendió el período de crecimiento vegetativo, hasta que el cultivo se encontraba en el fotoperíodo requerido para florecer. Las horas de luz al inicio de la subida a flor, según la cultivar y el año, se presentan en la Tabla 3. Se observó una tendencia a un menor requerimiento de fotoperíodo de la cultivar Sanpe respecto a las importadas, en los tres años.

Las fechas de siembras de 2007 y 2010 tuvieron un período de crecimiento vegetativo menor, por ser más tardías con respecto a la de 2011, y una duración del ciclo más corta, aunque esto no se reflejó en los rendimientos, en disidencia con lo enunciado por Tomitaka *et al.* (2001) y Seyyed Gholam Reza Moosavi (2012), probablemente por encontrarse dentro del período óptimo de siembra del cultivo en esta región.

Si bien, el recuento del número de días entre eventos puede variar por la influencia del ambiente, la cuantificación de las etapas puede ser ajustada si se expresan las unidades de desarrollo en términos de tiempo fisiológico en lugar de tiempo cronológico, en función de la acumulación de temperatura (Arnold, 1959; WMO, 1993). El número de días grado fue menor en la cultivar Sanpe, con respecto a las cultivares importadas, en los tres años. Esto pudo deberse a las diferentes temperaturas base de las cultivares señalada por Hernández Dávila (2003).

Utilizando una temperatura base de 5 °C para la fase de 1° hoja verdadera-subida a flor, como proponen Cirera *et al.* (2004), para germoplasma “tipo marroquí”, los días grado difirieron entre cultivares, siendo el promedio de los tres años de 588,93; 452,2 y 617,93 °C día para GSN,

Sanpe y LEI, respectivamente. Todos valores superiores a los 343 °C día mencionados por dichos autores. Esta diferencia probablemente se deba a que el estado de subida a flor es más avanzado con respecto a la diferenciación foliar utilizada por Cirera *et al.* (2004), y por tratarse de distintas cultivares.

### 3.2 Componentes de Rendimiento

El crecimiento vegetativo y los componentes del rendimiento se presentan en la Tabla 4.

El crecimiento vegetativo, medido a través de la altura en el momento de la cosecha de las plantas, fue estadísticamente inferior en la cultivar Sanpe, en los años 2007 y 2011, e inferior en valor absoluto en 2010, sin marcar diferencias estadísticas en ese año. Esta cultivar, al igual que las importadas GSN y LEI, presentó un mayor crecimiento con respecto a los mencionados en la bibliografía (Curioni & Arizio, 1997; Government of Saskatchewan, 2008; India Agronet, 2013; Dyulgerov & Dyulgerova, 2013). Analizando

**Tabla 5.** Rendimiento y porcentajes relativos de los principales componentes del aceite esencial, según cultivar. San Pedro, años 2007 y 2010.

Compuestos*	Año 2007			Año 2010		
	GSN	Sanpe	LEI	GSN	Sanpe	LEI
alfa-pineno	1,8	1,4	1,6	1,5	1,5	1,9
canfeno	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2
sabineno	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
mirceno	0,3	0,1	0,4	0,3	0,2	0,3
beta-pineno	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2
p-cimeno	1,1	0,9	1,4	0,4	0,4	0,6
limoneno	0,7	0,3	0,6	0,6	0,5	0,7
gamma-terpineno	3,0	2,2	3,6	2,9	2,8	4,5
trans-sabineno hidrato	t	t	t	t	t	t
terpinoleno	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1
linalol	79,7	86,9	82,4	80,8	86,9	82,0
alcanfor	3,4	2,0	3,0	3,7	2,3	3,5
borneol	0,7	t	t	0,7	t	0,1
terpinen-4-ol	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
alfa-terpineol	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3
geraniol	3,2	1,8	3,5	4,0	1,9	3,4
geranil acetato	2,7	1,6	1,8	2,0	1,5	1,1
Total	98,1	98,0	99,5	98,2	98,8	99,2
Rendimiento aceite esencial (% v/p, corregido por humedad)	0,64	0,38	0,56	0,60	0,47	0,53
Determinación de humedad (%)	6,58	5,95	6,82	6,61	5,85	6,4

\*Orden de elución en columna no polar. t: cc < a 0,05 %.

una colección de 81 poblaciones de coriandro, Dyulgerov y Dyulgerova (2013) midieron una altura promedio de 81,96 cm, con un coeficiente de variación del 13,77 %, demostrando la variabilidad de este carácter, según las diferentes cultivares.

El número de umbelas por planta en la cultivar Sanpe fue de 14,1 en el año que obtuvo menor rendimiento por hectárea (2010), valor promedio ligeramente inferior al mencionado por Curioni & Arizio (1997) de 18,78 umbelas por planta. Mientras que fue de 61,75 en 2007, cuando se obtuvieron los mayores rendimientos en este genotipo (Tabla 4). Entre las distintas cultivares y años, el número de umbelas por planta varió entre un máximo de 81,6 para LEI en 2007 y 14,1 como se mencionó para Sanpe, en 2010. Siendo la media indicada por Dyulgerov y Dyulgerova (2013) de 22,55 con altos coeficientes de variación (30 %) comunes en este cultivo. Gil *et al.* (1999) señalaron también la influencia de la densidad de plantación sobre este carácter, mencionando la capacidad del coriandro de compensar la menor cantidad de plantas por unidad de superficie, con un mayor número de ramificaciones y umbelas por planta, sin disminuir el rendimiento. Asimismo, el retraso en la fecha de siembra determina el menor número de umbelas (Seyyed Gholam Reza Moosavi, 2012), aspecto no evidenciado en las fechas de siembra utilizadas en este estudio.

El número de granos por umbela fue inferior en la cultivar LEI con respecto a las otras dos, en el año 2010 y con respecto a Sanpe en 2011. Los valores de todas las cultivares se ubicaron entre un mínimo de 18,57 para LEI en 2010 y un máximo de 27,57 frutos por umbela, para GSN, en 2007. Estos valores se corresponden con el rango de 11-33, citados por Curioni y Arizio (1997) y 36,17 mencionado por Dyulgerov y Dyulgerova (2013).

Los rendimientos de las cultivares Sanpe y LEI fueron superiores en el año 2011, siendo inferiores los rendimientos de GSN. Mientras que en 2007 Sanpe y LEI no difirieron ni tampoco LEI con GSN. No observándose diferencias entre cultivares en 2010 (Tabla 4). Los altos rendimientos obtenidos con respecto a datos disponibles de otros países (Kerang, 1999; Government of Saskatchewan, 2008; India Agronet, 2013), convalidan resultados anteriores obtenidos en Argentina (Curioni & Arizio, 1997; Paunero *et al.*, 2008; Paunero, 2010).

El rendimiento de aceite esencial (expresado en porcentaje) de los frutos y la composición química de las distintas cultivares se presentan en la Tabla 5.

Los rendimientos de aceite esencial obtenidos se corresponden con los del coriandro tipo "marroquí", señalados por Bandoni *et al.* (1998) y Gil *et al.* (2002).

Los mayores rendimientos de aceite esencial se obtuvieron en GSN y LEI, en los dos años evaluados. El contenido de linalol estuvo dentro de las especificaciones de la Norma IRAM-N°18538 y fueron superiores a los señalados por Diederichsen (1996). En general, la calidad del aceite esencial obtenido en el cultivar nacional (Sanpe) es equivalente a las de los cultivares extranjeros (GSN y LEI) con menos hidrocarburos monoterpénicos y alcanfor, pero más linalol. La relación gamma-terpineno/p-cimeno también resulta óptima, lo cual demuestra que los materiales vegetales no muestran degradación. Por otra parte, este material constituiría una interesante fuente de obtención de linalol para usos industriales.

#### 4. Conclusiones

Se acepta la hipótesis que el cultivo del coriandro se adapta a las condiciones agroecológicas del noreste de la provincia de Buenos Aires, observándose diferencias importantes entre las cultivares importadas y la nacional, evaluadas en este estudio.

Las cultivares evaluadas presentaron diferencias fenológicas, de rendimientos y de calidad del aceite esencial. Sanpe presentó un ciclo más corto, menor número de días cronológicos y días grado con respecto a GSN y LEI; así como menor desarrollo en altura. GSN y Sanpe presentaron menor número de umbelas por planta, con respecto a LEI. En cuanto al número de granos por umbela, en el año 2007 no hubo diferencias, mientras que en 2010, LEI tuvo menos que las otras dos; y en 2011 LEI no se diferenció de GSN y GSN no se diferenció de Sanpe. Sanpe y LEI tuvieron los mayores rendimientos de granos en 2007 y 2011, mientras que no tuvieron diferencias en 2010. El porcentaje de aceite esencial fue superior en GSN y LEI, en ambos años; mientras que el porcentaje de linalol fue superior en Sanpe.

#### 5. Agradecimiento

Al Ing. Agr. Héctor Martí, del INTA San Pedro.

#### 6. Bibliografía

- Arnold, C.Y. 1959. The determination and significance of base temperature in a linear heat unit system. *Proceeding of the American Society for Horticultural Science*, 74: 430-445.
- Bandoni, A.L.; Mizrahi, I. & Juárez, M.A. 1998. Com-

- position and quality of the essential oil of coriander (*Coriandrum sativum* L.) from Argentina. *Journal of Essential Oil Research*. 10(5): 581-584.
- Cameroni, G.M. 2012. Hierbas aromáticas y especias. Informe anual de comercio exterior. Informe sectorial N° 9. Disponible en: [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/aromaticas/informes/Info\\_Aromaticas\\_09\\_2012.pdf](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/aromaticas/informes/Info_Aromaticas_09_2012.pdf) (Agosto, 2012).
- Cirera, I.; García, M.; Curioni, A.; Arizio, O. & Alfonso, W. 2004. El cultivo de coriandro: su relación con la temperatura y el fotoperíodo. En: X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología. Disponible: <http://agro.unc.edu.ar/~clima/AADA/Congresos/MDQ/220.htm> (Septiembre 2013).
- Curioni, A. & Arizio, O. 1997. El cultivo de coriandro (*Coriandrum sativum* L.). En: Plantas aromáticas y medicinales. Umbelíferas. Capítulo 1. Buenos Aires. Hemisferio Sur, p. 1-34.
- Diederichsen, A. 1996. Coriander (*Coriandrum sativum* L.). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 3. Gatersleben. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/Roma. International Plant Genetic Resources Institute. 83 p.
- Dyulgerov, N. & Dyulgerova, B. 2013. Variation of yield components in coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Agricultural Science and Technology*, 5(2): 160-163.
- Hernández Davila, J. 2003. Crecimiento y desarrollo del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) por efecto del fotoperíodo y la temperatura y su control con fitoreguladores. Tesis (Dr). Marín, Nuevo León. Universidad Autónoma de Nuevo León. 172 p.
- INTA. 2013. Instituto de Suelos. Área de Investigación en Cartografía de Suelos y Evaluación de Tierras. Carta de suelos de la República Argentina. Hoja 3360-34 y 35, San Pedro, Baradero. Castelar: INTA. Centro de Investigaciones en Recursos Naturales. s.n.p.: map.
- INTA, Estación Experimental Agropecuaria San Pedro 2013. Información meteorológica, lluvia mensual 1965-2012. Disponible en: <http://inta.gob.ar/archivos/lluvia-mensual-eea-san-pedro> (Septiembre 2013).
- FAO. 1992. Manual de sistemas de labranza para América Latina. Boletín de suelos de la FAO. Roma. p.193.
- Fernández, L.; Ledesma, P.; Lenardis, A. & Gil, A. 2010. Caracterización del comportamiento productivo de tres genotipos de coriandro cultivados en dos fechas de siembra en la FAUBA. *Horticultura Argentina* 29(70):128.
- Gil, A.; de La Fuente, E.; Lenardis, A.; Lorenzo, S. & Marengo, S. 1999. Coriander (*Coriandrum sativum* L.) yield response to plant population. *Journal of Herbs Spices and Medicinal Plants* 6(3): 63-73.
- Gil, A.; de La Fuente, E.; Lenardis, A.; López Pereira, M.; Suárez, S.A.; Bandoni, A.; van Baren, C.; Di Leo Lira, P. & Ghersa, C. 2002. Coriander Essential Oil Composition from Two Genotypes Grown in Different Environmental Conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50 (10): 2870-2877.
- Gil, A.; de la Fuente, E.; Lenardis, A. & Cerdeiras, G. 2006. Coriandro. En (de la Fuente, E. *et al.* ed.): Cultivos industriales. Buenos Aires. Universidad de Buenos Aires. Capítulo 4.2., p.459-508.
- Government of Saskatchewan 2008. Coriander. Disponible en: <http://www.agriculture.gov.sk.ca/Default.aspx?DN=bbd5605d-c129-478d-bde3-bbd6da56aa34> (Agosto 2013).
- Instituto Nacional de Semillas (INASE). 2013. Registro Nacional de Cultivares. Disponible en: [http://www.inase.gov.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=107&Itemid=100](http://www.inase.gov.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=107&Itemid=100) (Agosto 2013).
- IRAM-SAIPA N°18538. 1982. Productos aromatizantes. Aceites esenciales. Aceite de coriandro. (*Coriandrum sativum* L).
- India Agronet Agriculture Resource Center. 2013. Spices & Condiments: Coriander. Disponible en: <http://www.indiaagronet.com/indiaagronet/horticulture/CONTENTS/Coriander.htm#top> (Agosto 2013).
- Kerang, W.E. 1999. Coriander Seed Production. Department of Environment and Primary Industries. Victoria State Government. Disponible en: <http://www.dpi.vic.gov.au/agriculture/horticulture/herb/s/coriander-seed-production> (Agosto 2013).
- Paunero, I.; Huarte, A. & Rubió, M. 2008. Rendimientos y calidad de coriandro (*Coriandrum sativum* L.) en el noreste de Buenos Aires. En (Paunero, I. ed.): Avances en la investigación en plantas aromáticas en la región pampeana y sur del litoral. INTA-EEA San Pedro. Parte 1. Tecnología de cultivo. p. 9-10. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/rendimientos-y-calidad-de-coriandro-coriandrum-sativum-l.-en-el-noreste-de-buenos-aires> (Agosto 2013).
- Paunero, I. 2010. Fenología y rendimientos de coriandro (*Coriandrum sativum* L.) en parcelas experimentales de San Pedro, Buenos Aires. Horticultura

- tura Argentina 29(70):133.
- Seyyed Gholam Reza Moosavi. 2012. Yield and yield components of *Coriandrum sativum* L. as affected sowing date and plant density. Technical Journal of Engineering and Applied Sciences 2 (4): 88-92.
- Tomitaka, Y.; Karimata, A. & Noguchi, A. 2001. Effect of daylength on the flower bud differentiation and development in coriander (*Coriandrum sativum* L.). Journal of Agricultural Science - Tokyo Nogyo Daigaku (Diciembre 2001). 46(3): 196-200.
- WMO. 1993. Practical use of agro meteorological data and information for planning and operational activities in agriculture. Geneva, World Meteorology Organization. Publication N° 60. Disponible en: [http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/IOM-55\\_Part-I.pdf](http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/IOM-55_Part-I.pdf) (Agosto 2013).