

DINAMICA DE LA FLORACION Y PRODUCCION DE SEMILLA DE CILANTRO *Coriandrum sativum* L.

Edgar I. Estrada¹ - María del Pilar Trujillo²
Alvaro José Durán²

COMPENDIO

La investigación evaluó el comportamiento de dos cultivares de cilantro, el efecto de cuatro épocas de cosecha y tres estados de madurez de los frutos, en la producción y calidad de la semilla. Las parcelas se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El inicio de cosecha en los dos cultivares ocurrió en períodos diferentes. Se presentaron claras diferencias entre los rendimientos de semilla de los dos cultivares, debido tanto a las épocas de cosecha como a los estados de maduración. El cultivar "Común" fue el más rendidor en cada una de las cuatro cosechas. El porcentaje de germinación a los 21 días mostró diferencias considerables entre estados de madurez, ocurriendo menor germinación en los estados A y B, sobresaliendo en la mayoría de los casos el estado C. El cultivar "Fino de Castilla" presentó las más altas germinaciones en todos los estados y cosechas evaluadas.

Palabras Claves: *Coriandrum sativum*, cilantro, Producción de semillas, madurez de semillas, cosecha de semillas.

ABSTRACT

FLOWERING DYNAMICS ON CORIANDER SEED PRODUCTION

The study objective was to evaluate the performance of two *Coriandrum sativum* cultivars and the effect of four harvest dates at three different physiological stages of maturity on seed production and quality. A randomized complete block design with four replications was used. Harvest was made at different dates for the two cultivars. Clear differences due to cultivars, harvest dates, and stage of maturity were observed on seed production. "Comun" was the highest yielding cultivar of each of the four harvest dates. Percentage of germination (after 21 days of planting) showed considerable differences between stages of maturity. In stages A and B germination was generally lower than in stage C. Cultivar "Fino de Castilla" showed the highest germination percentage of each maturity stage and harvest dates evaluated.

Keyword: Coriander, Seed production, Seed maturity, Seed Harvest.

INTRODUCCION

El Cilantro, *Coriandrum sativum* L. es una hortaliza de creciente demanda en Colombia utilizada a nivel doméstico por su follaje tierno y fresco y a nivel industrial en la elaboración de condimentos y saborizantes. (Acuña, 1988).

Debido a la importancia de esta especie, se hace necesario desarrollar investigaciones que contribuyan a resolver los múltiples interrogantes relacionados con

la obtención de cultivares adaptados y prácticas agronómicas sobre el manejo del cultivo y la producción de semilla.

Dentro de estas investigaciones es fundamental la obtención de semilla de alta calidad que garantice pureza genética, buen desarrollo fisiológico y óptimo estado sanitario en los cultivos.

Las principales características de producción de Cilantro en el Valle del Cauca son:

¹ Profesor Asociado UN-Palmira. Apartado 237, ² Estudiantes de Ingeniería Agronómica UN - Palmira

- a) Se siembra en áreas pequeñas, no mayores de 1/2 ha;
- b) El propósito principal de los cultivos es la producción de materia verde (follaje) para consumo fresco y sólo un pequeño porcentaje de los agricultores reservan alguna fracción del lote para la producción de semilla sin recibir manejo agronómico especial o diferente;
- c) La semilla se adquiere en tres modalidades:
 - intercambio con otros agricultores de la zona (50%),
 - compra en los almacenes de insumos agrícolas (40%),
 - Autoproducción (10%);
- d) Las principales desventajas en cuanto a la calidad de la semilla, disponible en el mercado se refiere a:
 - Baja pureza física (mezcla con materia inerte, otras semillas, frutos vacíos),
 - Bajo porcentaje de germinación (menor 50%),
 - Muy bajo vigor (dificultad para la emergencia cuando las camas de siembra no han sido bien preparadas).

Estos problemas se traducen en siembras con poblaciones bajas, tardías, desuniformes tanto en emergencia de plántulas como en floración. Como medida para superar parcialmente dichos problemas, se ha adoptado el uso de altas densidades de siembra llegando en algunos casos a utilizar hasta 51g/m², con el consecuente incremento en los costos de producción.

La importación de semilla de cilantro se ha incrementado en los últimos años debido al aumento en las áreas de cultivo en el país y a la falta de sistemas locales consolidados de abastecimiento. Es así como la importación pasó de 300 kg en 1991 a 4500 kg en 1992 (ICA, 1993).

Alto porcentaje de las necesidades de semillas se atiende con materiales importados generalmente de Estados Unidos. No obstante lo anterior, en los últimos cinco años se observa un crecimiento sostenido en la comercialización de semilla cuyo origen, en su mayoría, proviene de cultivos no destinados específicamente para este fin sino para la obtención de follaje. La semilla de origen nacional disponible en el mercado es de baja calidad especialmente por el manejo que se da al cultivo una vez alcanzada la madurez fisiológica, durante la cosecha y beneficio.

Esta semilla madura queda expuesta al deterioro por efectos ambientales de cambios bruscos de temperatura, alta humedad relativa, lluvias, infestación de plagas, infección por patógenos, todo eso agravado por una sobremaduración (secamiento en el campo). (Alvarez y Escandón, 1990).

Investigaciones en otros países han permitido encontrar las relaciones genético-ambientales en los rendimientos de follaje y semilla. Variables agronómicas como épocas, sistemas de siembra y densidad poblacional, se han evaluado en interacción con variables climáticas como temperatura, brillo solar, precipitación y vientos. Dichos estudios han permitido establecer expresiones fenotípicas diferenciales en rasgos como altura de planta, área foliar, precocidad en la floración, número de umbelas por planta, número de semillas/umbela y rendimiento e índice de semilla. (Ahmed y Haque, 1985; Baswana et al, 1989; Gupta et al, 1991).

La presente investigación se desarrolló de conformidad con los siguientes objetivos:

- 1- Caracterizar la dinámica de floración y madurez de los frutos y su influencia sobre los rendimientos y la calidad de la semilla.
- 2- Evaluar el efecto de cuatro épocas de cosecha en los rendimientos y la calidad de la semilla, y
- 3- Comparar la producción y calidad de la semilla de los cultivares "Fino de Castilla" y "Común".

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El trabajo se realizó en el Centro Experimental de la Universidad Nacional Palmira (CEUNP), localizado en el municipio de Candelaria, vereda el Carmelo, Departamento del Valle del Cauca a 930 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 24°, una humedad relativa del 75% y precipitación promedio anual de 1056 mm, una latitud de 3° 26' N y longitud de 76° 21' W.

Se utilizaron dos cultivares tradicionales adaptados a las condiciones ambientales y manejo agrícola del Valle del Cauca:

- "Fino de castilla"
- "Común" (origen nacional), cuyas principales características se registran en el Cuadro 1.

La hipótesis de la investigación se planteó en los siguientes términos: *los estados de maduración las épocas de cosecha afectan los rendimientos y calidad de la semilla de cilantro, en diferentes cultivares.*

Los factores en estudio fueron:

Cuadro 1. Principales características de los materiales

CARACTERÍSTICAS	CULTIVAR	
	FINO DE CASTILLA	COMUN
Días de siembra a madurez fisiológica de semilla	84	84
Días de siembra a la cosecha	96	96
Rendimientos follaje/m ² 3.6 g	3.6 g	
Rendimiento semilla por planta	131.6 g	136.3 g
Rendimiento semilla/m ²	1.31	1.36
Rendimiento semilla/ha		
Calidad de semilla germinación (%)	78.2%	61.8%
Peso de 1000 diaquenios	5 g	5 g

Fuente: Pineda, 1992.

- a- Cultivares ("Común" y "Fino de Castilla").
- b- Epocas de cosecha (E). Definidos a partir de la fenología de cada cultivar:

	"Común"	"Fino de Castilla"
E1: Primera cosecha	104 dds	90 dds
E2: Segunda cosecha	112 dds	98 dds
E3: Tercera cosecha	118 dds	104 dds
E4: Cuarta cosecha	126 dds	110 dds

(dds : días despues de siembra)

- c- Estados de madurez de los Aquenios (A: Aquenios inmaduros o verdes; B: Aquenios en madurez fisiológica (colores verde-amarillento y amarillos); C: Aquenios secos (colores pardos, café, café-oscuro). (Fig. 1).

Al combinar los tres factores en todos sus niveles, se obtuvieron 24 tratamientos.

El terreno experimental se preparó mediante una arada y tres pasos de rastrillo al que, luego se le dieron tres pases con el arado rotativo (rotovator) para dejar el suelo bien mullido y facilitar un desarrollo adecuado de la germinación y emergencia de plántulas. El lote experimental que tuvo un área de 208 m² distribuido en cuatro repeticiones con parcelas compuestas por dos camas de siembra de una superficie de 7 m² cada una (7m x 1m) surcados a 0,25 m.

Las unidades experimentales se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, con un arreglo factorial dentro de bloques.

La siembra se realizó en surcos, depositando en cada surco 70 semillas aproximadamente, para una densidad de 60-70 plantas/m.; todas las unidades experimentales se cubrieron con una capa uniforme de cascarilla de arroz, para proteger la semilla y evitar que el suelo perdiera la humedad suministrada por el riego o por la lluvia y controlar las malezas.

Las diferentes muestras (unidades de m²), para cada bloque y parcela, se obtuvieron de la siguiente manera:

- a) Unidad de muestreo (1m²)
- b) Número de plantas en 1m²
- c) Selección visual de los estratos de los estados de madurez de los Aquenios en de cada planta (Estado A, Estado B, Estado C).
- d) Obtención de muestras para cada análisis:

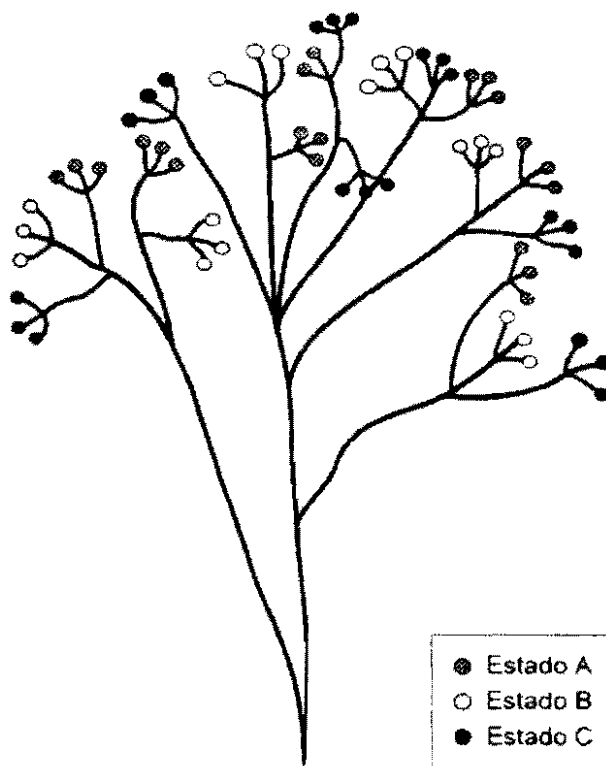


Figura 1. Esquema de los estados de maduración de la semilla en la planta de cilantro

- Muestra para determinar % de humedad (4 g).
- Muestra para determinar % de germinación y vigor (400 semillas).
- Muestra para análisis de sanidad (200 semillas).
- Muestra para evaluar rendimiento en g/planta al 15% de H.
- Muestra para almacenar.

Para la determinación del contenido de humedad se utilizó el método de la estufa a temperatura constante de $103 \pm 2^\circ\text{C}$ por 24 horas. Se tomó una muestra de 4-5 g. El cálculo del contenido de humedad se expresó en base húmeda (ISTA, 1985).

Las variables de respuesta fueron:

- Población de plantas
- Rendimiento de la semilla por planta
- Rendimiento de semilla (kg/ha)
- Germinación (%): A cada muestra obtenida se le realizó su respectivo análisis de germinación en bandejas con arena, utilizando 100 semillas y cuatro repeticiones, haciendo conteos a los 7, 14 y 21 días (ISTA, 1985).
- Sanidad: Detección de hongos (método blotter), detección visual de infestación de insectos (ISTA, 1985).

El modelo factorial para el análisis estadístico fue el

Cuadro 2. Promedios de contenido de humedad (%) y rendimiento obtenidos en los tres factores en estudio (Rendimiento ajustado al 15% humedad y 240 μm^2)

COSECHA DDS		ESTADO	COMUN			FINO DE CASTILLA		
COMUN	FINO DE CASTILLA		C. H. (%)	RENDIMIENTO SEMILLA		C. H. (%)	RENDIMIENTO SEMILLA	
				(g/ m^2)	(kg/ha)		(g/ m^2)	(kg/ha)
104	90	A	27.7	44.09	423.7	50.3	66.42	336.0
		B	23.2	37.24	389.1	39.4	35.26	228.9
		C	21.0	26.53	276.7	27.0	44.60	40.7
112	98	A	-	-	-	42.4	31.59	162.0
		B	27.0	20.10	205.1	34.3	76.79	448.9
		C	18.9	91.40	950.3	25.0	44.06	310.2
128	104	A	-	-	-	-	-	-
		B	-	-	-	20.3	22.69	194.4
		C	15.6	90.90	1275.6	19.1	80.43	669.9
126	110	A	-	-	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-
		C	9.6	75.42	1037.0	15.3	53.66	573.4
Promedio cosecha 1:			24.0a	-	1089.5ab	38.9a	-	605.6bc
Promedio cosecha 2:			23.0a	-	1155.4a	33.9a	-	921.1abc
Promedio cosecha 3:			15.6b	-	1275.6a	19.7c	-	864.3abc
Promedio cosecha 4:			9.6c	-	1037.0abc	15.3d	-	573.4c
Promedio Estado A:			27.7a	-	423.7e	46.4a	-	498.0de
Promedio Estado B:			25.1b	-	594.2d	31.3b	-	872.2c
Promedio Estado C:			16.3c	-	3539.6a	21.6c	-	1594.2b
Rendimiento total (kg/ha)					4557.5a**			2964.4b

(*) Promedio con respecto a todas las observaciones de dicho factor.

C.H. = Contenido de humedad

DDS = Días después de la siembra

DMS : 757 kg/ha para rendimiento total

DMS : 504 kg/ha para cada cosecha

DMS : 504 kg/ha para cada cosecha

siguiente en su forma resumida:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + V_j + C_k + (VC)_{jk} + S_k + (VS)_{ik} + (CS)_{jk} + (VCS)_{ijk} + E_{ijkl}$$

VS_{ik} = Interacción VxS.
 CS_{jk} = Interacción CxS.
 VCS_{ijk} = Interacción VxCxS.
 E_{ijkl} = Error experimental.

donde,

Y_{ijkl} = Valor individual de la variable observada.
 μ = Media general.
 B_i = Efecto de bloque.
 V_j = Efecto del cultivar o variedad.
 C_k = Efecto de la época de cosecha.
 VC_{jk} = Interacción VxC.
 S_k = Efecto del estado de cosecha.

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento de semilla y su variación debida a los cultivares, épocas de cosecha y estados de maduración

Para analizar el comportamiento de la producción de semilla y hacer comparaciones más apropiadas se ajustó el rendimiento con respecto a un nivel de humedad estándar del 15% y a una población promedio de 240 plantas/m².

Cuadro 3. Valores relativos asociados al rendimiento de semilla de cilantro en los cultivares estudiados.

COSECHA DDS		ESTADO	COMUN			FINO DE CASTILLA		
COMUN	FINO DE CASTILLA		COSECHA (%)	SUBTOTAL / COSECHA (%)	TOTAL ACUM. (%)	COSECHA (%)	SUBTOTAL / COSECHA (%)	TOTAL ACUM. (%)
104	90	A	39	9.3	9.3	55	11.32	11.3
		B	36	8.5	17.8	38	7.7	19.0
		C	25	6.0	23.8	7	1.4	20.7
112	98	A	0	0.0	0.0	18	5.5	25.9
		B	18	4.5	28.3	49	15.1	41.0
		C	82	20.8	49.1	33	10.5	51.5
128	104	A	0	0.0	0.0	0	0.0	51.5
		B	0	0.0	0.0	22	6.6	58.1
		C	100	28.0	77.1	78	22.6	80.7
126	110	A	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
		B	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
		C	100	22.9	100.0	0	19.3	100.0
* Promedio cosecha 1:			24b	23.9c	23.9	21b	20.4b	20.04
* Promedio cosecha 2:			25b	25.04b	49.3	31a	31.0a	51.4
* Promedio cosecha 3:			28a	28.0a	77.3	29a	29.2a	80.6
* Promedio cosecha 4:			23b	22.7c	100.0	19c	19.4b	100.0c
Promedio Estado A:			9c	9.3c	9.3	17c	16.8c	16.8
Promedio Estado B:			13a	13.0a	22.3	29b	29.4b	46.2
Promedio Estado C:			78b	77.7b	100.0	54a	53.8a	100.0
Rendimiento total (kg/ha)					4557.5a			2964.4b

(*) Promedio con respecto a todas las observaciones de dicho factor.
 DDS = Dias despues de la siembra

Se presentó un comportamiento diferencial para el rendimiento en g/m² y para kg/ha.

Sobresale en la primera cosecha el estado A como el de mayor aporte de semilla en los dos cultivares, 44.09 g/m² y 66.42 g/m² para el Común y Fino de Castilla respectivamente (Cuadro 2).

Los rendimientos totales estimados para la suma de los tres estratos con ajuste de humedad 15% y población de 240.000 plantas/ha son de 4.558 kg/ha y 2.969 kg/ha para cilantro Común y Fino de Castilla respectivamente. Con un coeficiente de variación del 5% con respecto a la variación principal (Cultivares) y un coeficiente de variación general del 13.6% de todo el experimento, lo cual indica buen control y manejo del ensayo.

Las diferencias debidas a la época de cosecha y el tipo de estado de maduración son altamente significativos siendo la mayor producción en las épocas 2 y 3 en ambos cultivares con tendencia marcada a incrementar el aporte del estado C y disminuir, como era de esperar, el A y el B a medida que avanzan las épocas

de cosecha (se incrementa la madurez en las umbelas).

En las primeras cosechas y en los estados A, el contenido de humedad es alto (27.7% para común y 50.3% para fino), condición que afecta seriamente el manejo de la semilla en la post cosecha.

La producción de semilla por estado de maduración y cosecha en términos relativos difiere significativamente en relación con la producción acumulada por cosecha y acumulada total (Cuadro 3). La información permite, establecer que el comportamiento de dos cultivares es bastante diferente en cuanto al proceso de maduración de semillas.

El cultivar Común es más lento para el inicio de cosecha (104 días) pero rápidamente maduran los aquenios concentrándose en los estados C. Fino de Castilla es más precoz (90 días), pero en las tres primeras cosechas sigue aportando semilla en los tres estados.

Los dos estados (A y B) presentaron semillas en diverso grado de madurez y aportaron bajo porcentaje de producción total en el cultivar Común; por el contra-

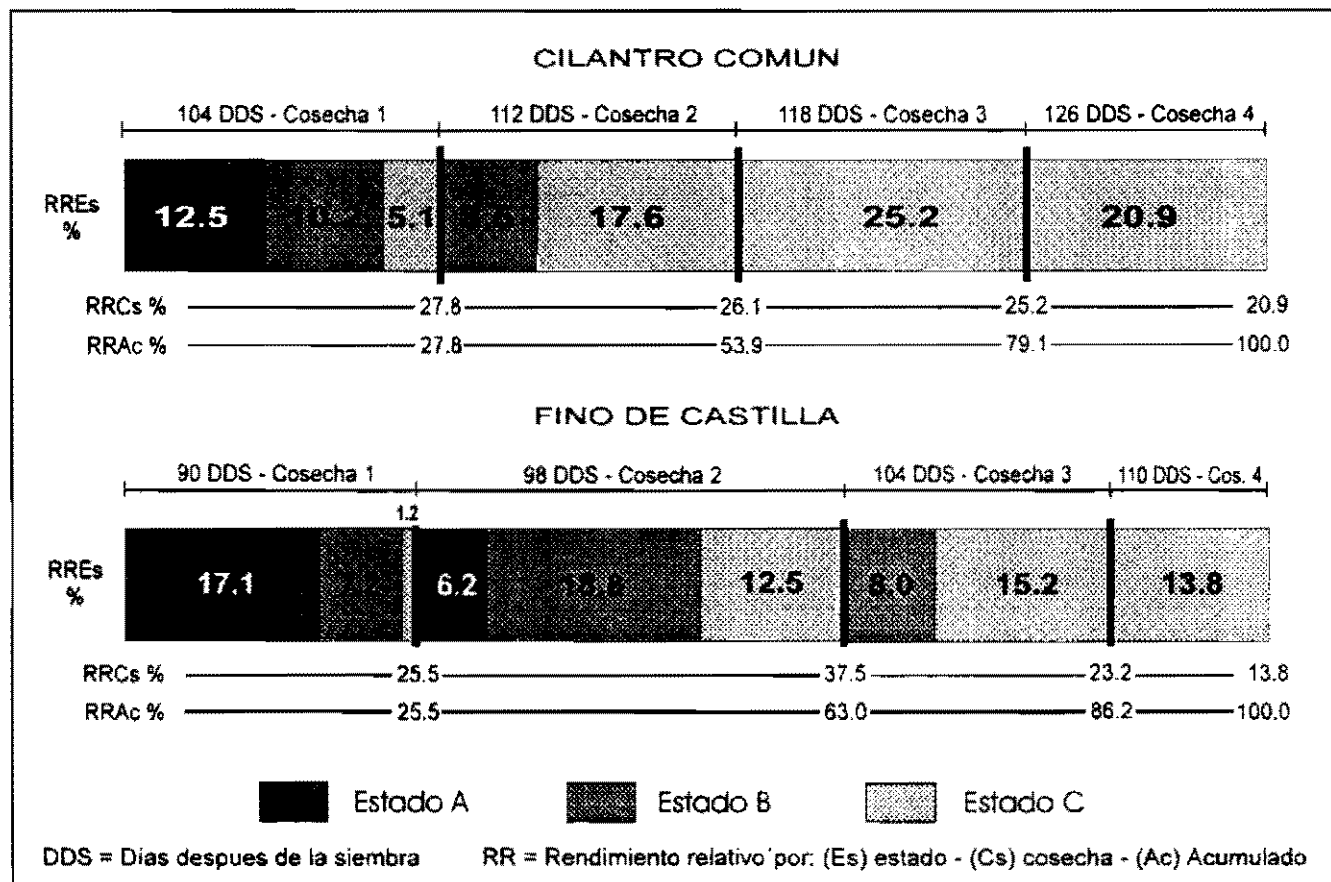


Figura 2. Fenograma del rendimiento de semilla en los dos cultivares

rio en Fino de Castilla por lo menos hasta la tercera cosecha, estos dos estados suministran buena parte de la producción de semilla.

El mayor aporte al rendimiento total del cultivar lo suministraron los estados B y C, siendo este último el responsable de la más alta contribución con 78% y 54% para Común y Fino de Castilla respectivamente.

También se encontró interacción entre época en cosecha y estados de maduración, (Cuadro 2). Estas diferencias se deben al comportamiento en la maduración de la semilla. En la medida que transcurren las épocas de cosecha disminuye el aporte de semilla de los estados A y B, lo cual es de esperar ya que estos estados corresponden a estructuras reproductiva en proceso de maduración que con el transcurso de los días van alcanzando la madurez fisiológica, se observó comportamiento diferencial entre cultivares respecto a la velocidad de la maduración y secado de las semillas siendo el cultivar "Común" más rápido que el "Fino de Castilla". Mediante el fonograma representado en la Figura 2 se esquematiza la dinámica de la fase reproductiva en los dos cultivares.

Calidad de la semilla y su variación en función de los cultivares, épocas de cosecha y estados de maduración

Para los análisis de germinación, se utilizó semilla de cada una de las épocas y estados. Se analizó información obtenida sólo hasta los 21 días de transcurrida la prueba. Observaciones posteriores permitieron precisar nuevas plántulas en las bandejas, indicando que el proceso de germinación es más lento y por ello en los dos conteos realizados no se está evaluando todo el potencial de germinación. Lo anterior indica que la prueba debe ser entendida más como una evaluación del vigor de la semilla.

El cultivo Fino de Castilla presentó los más altos porcentajes en todas las épocas de cosecha (16.3 - 64.9%), mientras que el Común varió entre 5.5 - 36.3% (Fig. 3).

Se destacaron las mayores germinaciones a partir de la tercera y cuarta cosecha con tendencia similar en ambos cultivares; sin embargo, en condiciones de ambientes adversos (lluvias, alta humedad relativa,

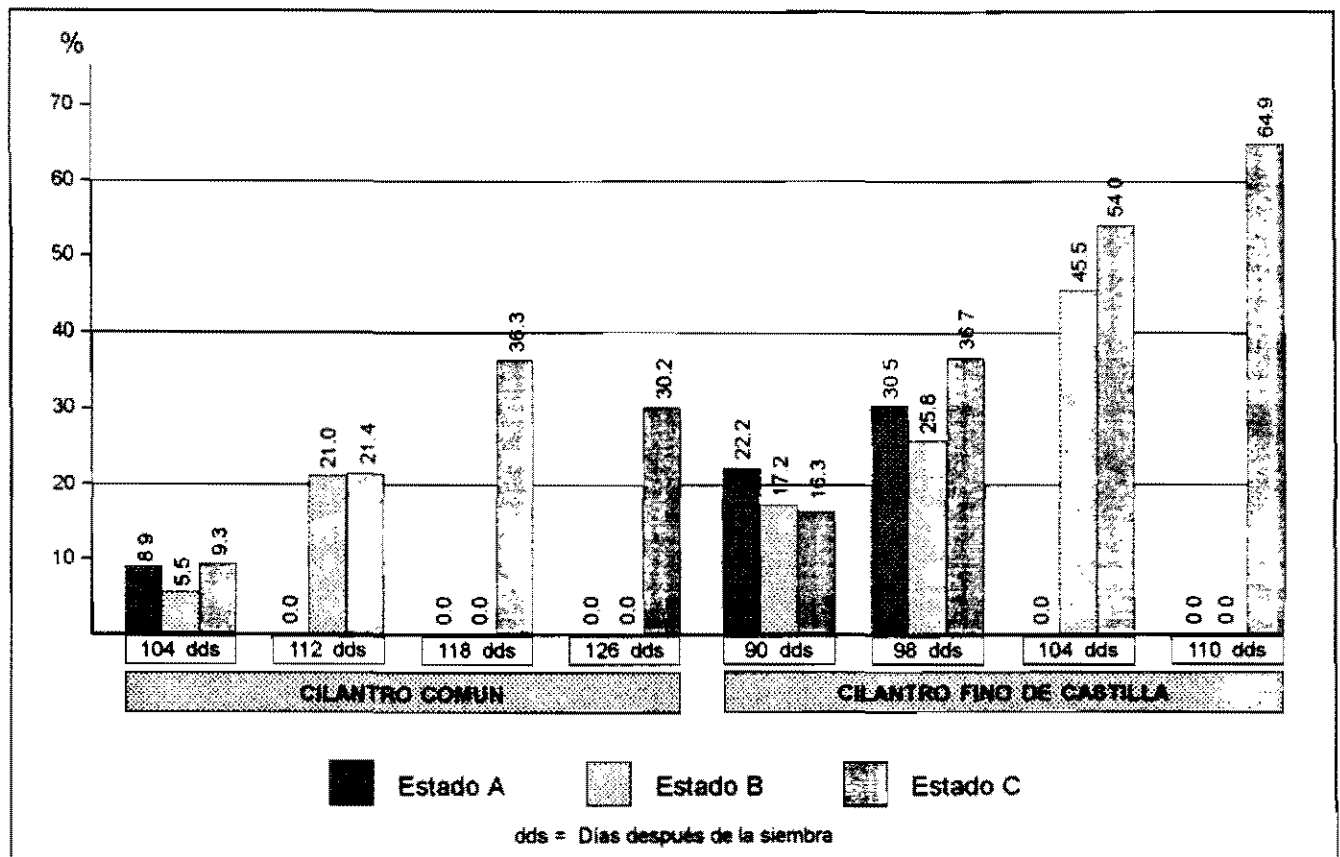


Figura 3. Porcentaje de germinación a los 21 días

cambios drásticos de temperatura), se espera acelerado deterioro fisiológico de la semilla.

En general el estado C presentó mayor germinación especialmente alrededor de la segunda y tercera cosecha. El cultivar que presentó mayor germinación promedio es el Cilantro Fino de Castilla lo cual corrobora lo reportado por Pineda (1992).

Un muestreo sobre la germinación de aquenios completos vs. aquenios abiertos y semillas separadas, indica que los más altos valores de germinación se con-

siguieron con aquenios enteros.

Presencia de hongos en la semilla

Los hongos identificados en la semilla fueron: *Fusarium sp*, *Aspergillus sp*, *Alternaria sp*. Según las características de las colonias: micelios externos y algodonosos con alguna frecuencia de color blanco o rosado como el caso de *Fusarium*; de color gris como el caso de *Alternaria*, y de color verde y negro para *Aspergillus* (ISTA, 1985).

BIBLIOGRAFIA

ACUÑA, D.R.I., 1988. Guía para la producción de hortalizas de hoja para la industria. Perejil (*Petrocelinum hortensis*) y cilantro (*Coriandrum sativum*) Feriva. Cali, Colombia, 123 p.

AHMED, N.U. and HAQUE, M.M., 1985. Effect of dates of sowing on the growth and seed yield of coriander (*Coriandrum sativum*) varieties. Indian Agric Sci. V.10 (2), p. 23-37.

ALVAREZ, S.J. y ESCANDON, G.S. 1990. Evaluación del control químico de malezas en el cultivo de cilantro. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira.

BASWANA, K.S., PANDITA, M.L. and SHARNA, S.S. 1989. Response of coriander to dates of planting and row spacing. Indian Agron V 34 (3) p. 353-357

GUPTA, K.; THAKRAZ, K.K.; ARORA, S.K. and WAGLE, D.S. 1991. Studies on growth, structural carbohydrate and phytate in coriander (*Coriandrum sativum*) during seed development. Sci. Food Agric. V. 54 p. 43-46.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1993. Estadística de Producción y Comercialización de semilla en Colombia.

INTERNATIONAL ISTA. 1985. International rules for seed testing. Seed Science and Technology V(13):2. 520 p

PINEDA, A.M. 1992. Estudios de factores asociados al rendimiento y calidad de la semilla de cilantro. Tesis. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira.