

Caracterización fenológica de diez cultivares de caraota en relación a grados días acumulados, en Venezuela

Petra M. Madriz I^{*}, Marelia Puche², Rosemary Warnock¹ y América Trujillo¹

¹Instituto de Agronomía. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay 2101, Aragua. Venezuela

²Instituto de Ingeniería Agrícola. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay 2101, Aragua. Venezuela

RESUMEN

La planificación y zonificación de la caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) depende de diversos factores, entre ellos la temperatura. Para determinar el tiempo térmico o grados días (GD) necesarios para alcanzar cada fase de desarrollo de 10 cultivares de caraota se realizaron ensayos en Sanare y Palo Verde, estado Lara y Samán Mocho y Montalbán, estado Carabobo, Venezuela, en distintas épocas de siembra. El diseño experimental fue de bloques al azar con tres repeticiones. Se registró la información climática y se evaluaron las etapas de desarrollo, el peso seco total de las plantas en cinco de las etapas y el rendimiento final. Con los registros de temperatura se calcularon los GD acumulados para alcanzar cada una de las etapas hasta la madurez fisiológica. El análisis señaló variación entre localidades y cultivares, tanto en la duración cronológica (días después de la siembra, dds) como térmica (entre 60 y 85,3 dds y entre 785,5 y 1 069,3 GD hasta la madurez). Aunque se esperaría que las duraciones térmicas sean específicas para cada cultivar y muestren poca variación entre localidades o épocas de siembra, se observaron coeficientes de variación entre 1,4 y 3,6%, influidos por el manejo del cultivo (labranza, riego), problemas de suelo que afectaron la germinación y el intervalo entre evaluaciones. Se encontró asociación positiva entre el peso seco total de plantas y la duración térmica. Con la excepción del cultivar 'Colombiana', los otros cultivares tuvieron mayor peso y rendimiento en las zonas bajas, particularmente en Samán Mocho, posiblemente por haber sido desarrollados en estas zonas.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, duración térmica, días después de la siembra, rendimiento.

Phenological characterization of ten Venezuelan black bean cultivars in relation to accumulated degree days

ABSTRACT

Planning and zoning of the black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) depends on various factors, temperature among them. In order to determine the thermal time or degree days (DD) required to reach each stage of development for 10 bean cultivars, trials were conducted in different planting dates in Sanare and Palo Verde, Lara state and Saman Mocho and Montalban, Carabobo state Venezuela. The experimental design was randomized blocks, with three replications. Meteorological data were recorded and the stages of development, the total dry weight of plants at five stages and the final yield were evaluated. Accumulated degrees days to reach each of the stages until physiological maturity were estimated from temperature data. There were variations between locations and cultivars, both in chronological (days after sown, das) and thermal durations (between 60 and 85, 3 das and between 785,5 and 1 069,3 DD until maturity). Although it would be expected that thermal durations are specific for each cultivar and show little variation between locations or planting dates, variation coefficients from 1,4 to 3,6% were observed, which may be influenced by crop management (tillage, irrigation), soil problems affecting germination, and interval between evaluations. Positive association was found between total plant dry weight and thermal duration. Except for 'Colombiana', cultivars had greater weight and yield in lowlands, particularly in Saman Mocho, possibly because it was developed for these zones.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, thermal duration, days after sown, yield.

*Autor de correspondencia: Petra Madriz

E-mail: madrizp@agr.ucv.ve

INTRODUCCIÓN

Los seres vivos requieren de cierta cantidad de calor para alcanzar los diferentes estados de desarrollo en su ciclo de vida (FAO, 2006); ello ha sido evaluado mediante un índice denominado tiempo fisiológico o térmico, el cual se expresa como grados días (GD) acumulados. En las plantas, cada fase del desarrollo requiere la acumulación de una determinada cantidad de GD, para que pueda pasar a la fase siguiente (FAO, 2006). Barrios-Gómez y López-Castañeda (2009) señalan que cada año las estaciones y las temperaturas pueden ser diferentes y ello va a influir en que cronológicamente varíe el ciclo de cultivo de un cultivar, el desarrollo del área foliar y la acumulación de materia seca. Por ello, se prefiere expresar la duración del ciclo y de cada una de las fases en términos de GD acumulados, ya que son característicos para cada variedad y varían menos que el tiempo cronológico cuando se basa, por ejemplo, en el número de días a la maduración (Neild, 1986; Bracho *et al.*, 2010).

El uso de los GD acumulados se ha utilizado para la planificación del calendario agrícola y programación del riego, en países como México, en cultivos de maíz y papa (Ojeda-Bustamante *et al.*, 2006; Sifuentes-Ibarra *et al.*, 2006). Medeiros *et al.* (2000), en Brasil, utilizaron 10°C como temperatura base en caraota y encontraron que los GD acumulados fueron efectivos en la predicción de estadios fenológicos del cultivo en diferentes ambientes. Benacchio *et al.* (1978) trabajando con maní en diferentes épocas y bajo las condiciones agroecológicas de Maracay, Venezuela, calcularon los GD tomando la temperatura media diaria y como temperatura base 10°C. Adicionalmente, Barrios-Gómez y López-Castañeda *et al.* (2009) encontraron que los GD acumulados variaron con la época de siembra, pero con una mínima desviación en las mismas épocas (1971- 1975). En el período seco se necesitó un 20% más de GD para llegar a floración y 21% más desde la primera flor hasta maduración que en la época de salida de lluvias.

Este estudio se planteó determinar, para 10 cultivares de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.), el tiempo térmico requerido para cumplir las diferentes etapas de desarrollo en distintas épocas de siembra y localidades, y relacionarlo con el tiempo cronológico, la producción de materia seca de las plantas y el rendimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características generales de los ensayos

Se condujeron cinco ensayos en cuatro localidades de Venezuela, como se describen en el Cuadro 1. En todas las localidades se evaluaron 10 genotipos de caraota

de crecimiento indeterminado de granos color negro y buena calidad culinaria, a saber: tres comerciales, 'Tacarigua', 'Magdaleno' y 'La Palma' (SEHIVECA); seis cultivares experimentales del CENIAP- INIA (Sel 4, Sel 7, Sel 10, Sel 12, Sel 13 y L 140) y el cultivar 'Colombiana', de origen desconocido y sembrado desde hace algunos años en la zona de Palo Verde, estado Lara.

Previo a la siembra se tomaron muestras de suelos y se realizaron los análisis físico-químicos correspondientes (Cuadro 2). El manejo agronómico del cultivo se efectuó de acuerdo al realizado por los productores de cada zona. La aplicación del riego fue por aspersión, efectuándose una aplicación en Sanare en época de lluvias (22 mm, en etapa de floración), cuatro en Palo Verde (25 mm, cada uno, a la siembra y en las etapas de cuarta hoja trifoliolada, prefloración y formación de vainas, respectivamente) y uno en Sanare, en época de salida de lluvias (28,81 mm, en etapa de llenado de vainas). En la época seca se regó cada 8 - 10 días para evitar el estrés hídrico en el cultivo (cada riego de 30 mm). La siembra fue manual, a chorro corrido, con una población inicial aproximada de 233.333 plantas/ha. La fertilización varió con el ensayo y de acuerdo a los resultados de los análisis de suelos. La aplicación del fertilizante se realizó aproximadamente a los 20 días después de la siembra (dds). En Sanare se aplicó la fórmula completa 16-16-16 Cp a razón de 100 kg/ha, urea 150 kg/ha y estiércol de gallina 50 kg, en Palo Verde y Sanare en época de salida de lluvias, 200 kg/ha de urea, mientras que en Samán Mocho 50 kg/ha de urea y en Montalbán 100 kg/ha de urea, 60 kg/ha de fósforo (fertilizante comercial Fosforil, 33% de P) y 60 kg/ha de potasio (cloruro de potasio, 50% K).

Se determinaron las etapas de desarrollo de cada cultivar de caraota en cada ensayo de acuerdo a lo sugerido por Fernández *et al.* (1985). La duración de cada etapa, expresada en dds, se estableció como la fecha en la cual el 50% de las plantas alcanzaron cada etapa. En las localidades de Sanare y Palo Verde las evaluaciones se efectuaron cada dos días; en Samán Mocho y Montalbán, dos veces por semana.

El peso seco total por planta (raíces + tallo + hojas + flores + frutos) se evaluó en las etapas de desarrollo: cuarta hoja trifoliolada (V4.4), prefloración (R5), formación de vainas (R7), llenado de vainas (R8) y en inicio de la maduración fisiológica (R9). Para ello, se cosecharon tres plantas por parcela, en cada etapa, y se llevaron al Laboratorio de Semillas de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, donde se limpiaron, se seccionaron y se colocaron en estufa a 65-70°C por 48 h y luego se pesaron. A la cosecha se evaluó el rendimiento del grano en kg/

Cuadro 1. Ubicación geográfica, altitud, época y fecha de siembra, fecha de cosecha y zona de vida de los ensayos para la evaluación de cultivares de caraota

Ensayos	Localidad	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Época de siembra	Fecha de siembra	Fecha de cosecha	Zona de vida†
Sanare	Sanare, municipio Andrés Eloy Blanco, Lara	9° 44' 23" N	69° 39' 13" O	1360	Lluvias	30/05/03	04-06/09/03	Bosque seco premontano
Palo Verde	Palo Verde, municipio Andrés Eloy Blanco, Lara	9° 46' 33" N	69° 37' 51" O	1250	Salida de lluvias	25/09/03	03/01/04	
E. E. Samán Mocho	Samán Mocho, Municipio Tacarigua, Carabobo	10° 06' 09" N	67° 52' 38" O	425	Seca con riego	07/01/05	08/04/05	Bosque seco premontano en transición con los bosques muy seco y seco del piso tropical
E. E. Montalbán	Montalbán, Municipio Montalbán, Carabobo	10° 13' 02" N	68° 18' 53" O	635	Seca con riego	14/01/05	18/04/05	

† Fuente: Ewel *et al.* (1976)

Cuadro 2. Características físico-químicas de los suelos de los ensayos en Sanare, épocas de lluvias y salida de lluvias, y Palo Verde, en el estado Lara; Samán Mocho y Montalbán, en el estado Carabobo, Venezuela.

Localidad	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Textura	pH	Conductividad eléctrica (ds/m)	Materia orgánica (%)	P	K	Ca (ppm)	Na	Mg
Sanare†	24	38	38	F	6,71	0,520	3,21	242	109	1898	17	122
Palo Verde†	38	26	36	FA	4,48	0,580	3,05	61	171	545	14	193
Samán Mocho‡	22,5	34,5	43	A	7,63	0,680	7,17	49	1000	9900	-	789,6
Montalbán‡	26	37,7	36,3	FA	6,95	0,190	2,86	18	215	1550	-	1020

Fuente: † Laboratorio General de Suelos, Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía, UCV, pH: agua 1:1

‡ Laboratorio de suelos, aguas, abonos y foliares, EDAFOFINCA C.A. pH: suspensión 1:2

ha, al 12% de humedad.

Características de clima y cálculo de grados días (GD)

La información climática se registró mediante estaciones climatológicas automáticas (marca Davis, Gro Weather) ubicadas en las parcelas de cada ensayo. La estación climática de la estación experimental de Montalbán presentó problemas y no se realizaron las mediciones del mes de febrero, por lo cual se tomó la información de temperatura de una estación cercana (Par-malat, INIA ubicada a 10° 06' 19" N y 68° 36' 48" O y a 636 msnm de altitud), para el cálculo de los GD.

Con la temperatura diaria se calcularon los GD acumulados cada día, mediante la ecuación (Ometto, 1981): $GD_i = (T_{max} + T_{min})/2 - T_{base}$, donde T_{max} es la temperatura máxima del aire (°C) en el día i , T_{min} es la temperatura mínima del aire (°C) y T_{base} es la temperatura base bajo la cual las plantas de caraota no se desarrollan, para lo cual se tomó como valor 10°C (Medeiros *et al.*, 2000; Barrios- Gómez y López-Castañeda, 2009).

La duración térmica es la sumatoria de los GD en una etapa o fase de desarrollo:

$$\text{Duración térmica} = \sum_{i=1}^{\mu} GD_i$$

donde n = número total de días de la etapa y/o fase.

Para cada cultivar se determinaron las duraciones térmicas de cada una de las fases de desarrollo en todas las localidades.

Análisis estadísticos

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con tres repeticiones y se evaluó el efecto de la localidad en cada etapa de desarrollo de los cultivares. Se utilizó el modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + \delta_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = respuesta en la i -ésima localidad en el j -ésimo bloque.

μ = efecto de la media general

δ_i = efecto de la i -ésima localidad ($i = 1, 2, \dots, i$)

β_j = efecto del j -ésimo bloque ($j = 1, 2, \dots, j$)

ε_{ij} = efecto del componente aleatorio asociado

con la i -ésima localidad, en la j -ésima repetición.

Para el análisis de peso seco por planta y rendimiento de cultivares en las cinco localidades se utilizó el modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \delta_i + \beta_j + (\delta\beta)_{ij} + \phi_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = respuesta del i -ésimo cultivar en la j -ésima localidad.

μ = efecto de la media general

δ_i = efecto del i -ésimo cultivar ($i = 1, 2, \dots, i$)

β_j = efecto de la j -ésima localidad ($j = 1, 2, \dots, j$)

$(\delta\beta)_{ij}$ = efecto de la interacción del i -ésimo cultivar y la j -ésima localidad

ϕ_{jk} = efecto del k -ésimo bloque dentro de la j -ésima localidad ($k = 1, 2, \dots, k$)

ε_{ijk} = efecto del componente aleatorio asociado con el i -ésimo cultivar, en la j -ésima localidad y la k -ésima repetición.

Se efectuaron análisis de varianza y prueba de rangos múltiples de Duncan de las localidades por cada cultivar, para las variables etapas de desarrollo (dds), duración térmica (GD), peso seco por planta y rendimiento. Se analizó la correlación entre el peso seco y la duración térmica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Etapas de desarrollo (dds)

Al comparar el comportamiento de cada cultivar entre las localidades (Cuadros 3 y 4), se encontró que solo los cultivares 'Colombiana', 'Magdaleno', 'Sel 12' y 'Sel 13' no mostraron diferencias significativas entre localidades en todas las etapas de desarrollo del cultivo. El número de días para la emergencia estuvo entre 5 y 14, con diferencias significativas entre zonas, probablemente debido a que hubo retraso en la emergencia en las plantas en la zona alta, por problemas de irregularidad en humedad de suelos y menores temperaturas (Masaya y White, 1989). Este comportamiento se mantuvo a lo largo del ciclo y resultó en una diferencia en el tiempo, para alcanzar la madurez fisiológica, alrededor de los 10 días.

Con respecto a las condiciones meteorológicas (Figuras 1 y 2), la temperatura media presentó valores entre 18–20°C en la zona alta y superiores a 24°C en la zona baja, lo cual influyó en un comportamiento diferencial de los cultivares. Esto se corresponde al hecho de

Cuadro 3. Duración de las etapas de desarrollo en días después de la siembra (dds) de los cultivares de caraota ‘Colombiana’, Tacarigua, Magdalena, ‘La Palma’ y ‘Sel 4’, en cuatro localidades de Venezuela

Localidad	Etapa de desarrollo (dds)									
	Emergencia	Hojas primarias	Primera hoja trifoliolada	Tercera hoja trifoliolada	Cuarta hoja trifoliolada	Prefloración	Floración	Formación de vainas	Llenado de vainas	Madurez fisiológica
Sanare, lluvias	8,3	11,7	20,0	29,3a†	34,0a	34,0	40,0ab	44,3ab	62,3a	82,3a
	12,3	16,0	19,7	27,4a	31,3ab	31,3	39,7ab	44,0ab	58,0b	74,7b
	10,7	14,7	18,3	28,3a	32,3ab	32,3	42,3a	46,3a	62,0a	80,0a
	5,0	8,0	13,3	20,0c	25,0c	31,7	37,0bc	41,3b	55,7b	67,7c
	8,7	11,7	17,3	23,0b	30,3b	30,3	34,7c	41,7b	49,3c	60,0d
	33,30	26,38	17,94	6,13	4,85	5,26	4,46	3,68	3,47	3,62
Sanare, lluvias	10,0a	13,0ab	21,3a	32,7a	37,3a	40,7a	48,7a	51,7a	73,3a	85,0a
	12,7a	16,7a	20,3a	33,7a	37,7a	37,7b	46,7a	50,7a	65,3b	77,7b
	9,0ab	13,7ab	19,0a	28,3b	33,0b	33,0d	43,7b	47,7b	62,0c	78,7b
	5,3b	8,7b	13,7b	20,3c	25,0c	37,0cd	39,7c	44,7c	58,0d	69,0c
	8,7ab	11,3b	17,7ab	23,7c	31,7b	36,0bc	41,0bc	48,0b	58,7d	69,3c
	23,31	20,31	14,00	6,45	3,88	3,41	3,27	2,13	1,52	3,55
Sanare, lluvias	9,3	12,3	20,7a	32,0a	38,0a	41,0a	48,7a	52,7a	73,7a	84,3a
	12,3	16,0	20,7a	32,7a	36,3a	36,3b	47,7a	51,3ab	67,7b	79,7a
	10,7	14,7	18,7a	28,3b	33,0b	33,7c	44,3b	49,7b	64,7b	83,0a
	5,0	8,0	13,0b	20,0c	25,3d	34,3c	39,7c	45,3c	57,7c	69,0b
	9,3	12,3	17,0ab	22,3c	30,7c	36,0b	41,0c	49,3b	59,0c	70,7b
	26,28	21,81	15,52	6,85	3,73	2,19	3,29	2,95	2,45	3,74
Sanare, lluvias	9,0b	11,7b	21,7a	33,7a	38,7a	41,0a	49,0a	53,3a	75,0a	85,3a
	13,7a	17,3a	22,0a	33,0a	37,3a	37,3b	49,7a	53,3a	70,3b	82,0ab
	8,7bc	12,3b	16,7bc	26,7b	32,3b	34,0c	45,3b	50,3b	65,3c	78,7b
	6,3c	10,0b	16,0c	21,3d	26,3c	35,7bc	41,3c	45,7c	59,7d	73,0c
	10,0b	12,7b	19,0b	23,7c	31,0b	36,7bc	43,0c	51,0b	60,0d	72,0c
	13,41	11,54	7,11	4,07	6,23	3,86	2,23	2,17	1,42	3,35
Sanare, lluvias	8,3c	11,7bc	20,0a	30,3b	37,7a	40,7a	48,3ab	51,7a	74,7a	85,0a
	12,3a	16,0a	20,7a	33,0a	37,3a	37,3b	49,7a	52,7a	69,3b	81,7ab
	7,7c	11,3bc	16,3b	26,0c	31,0b	33,7c	45,3bc	49,3a	64,7c	80,0b
	5,3d	9,0c	13,7c	20,0d	25,3c	35,0bc	39,7d	45,0b	58,7d	68,3d
	10,7b	13,7ab	20,3a	26,7c	33,0b	37,3b	44,3c	51,3a	60,0d	72,7c
	9,77	11,27	6,69	4,14	5,68	3,97	3,65	3,94	2,76	2,95

† Promedios con letras distintas indican diferencias significativas entre localidades ($P < 0,05$).

Cuadro 4. Duración en días después de la siembra (dds) de cada etapa de desarrollo de los cultivares de caraota Sel 7, Sel 10, Sel 12, Sel 13 y L 140, en cuatro localidades de Venezuela.

Localidad	Etapa de desarrollo (dds)									
	Emergencia	Hojas primarias	Primera hoja trifoliolada	Tercera hoja trifoliolada	Cuarta hoja trifoliolada	Prefloración	Floración	Formación de vainas	Llenado de vainas	Madurez fisiológica
Cultivar Sel 7										
Sanare, lluvias	8,7 bc†	11,7 b	20,0 a	32,0 a	37,3 a	41,0 a	48,3 a	52,3 a	73,3 a	85,0 a
Sanare, salida lluvias	13,0 a	16,3 a	20,3 a	31,7 a	36,0 b	36,0 b	47,7 a	51,3 ab	66,7 b	80,0 a
Palo Verde	7,3 c	10,3 b	16,0 bc	26,7 b	30,3 c	32,0 d	42,3 b	47,3 c	63,0 c	80,7 a
Samán Mocho	5,0 d	8,0 c	13,7 c	20,3 d	25,3 d	34,0 c	39,3 c	43,7 d	57,7 d	69,7 b
Montalbán	9,0 b	11,7 b	18,3 ab	23,7 c	30,3 c	35,3 b	42,0 b	49,0 bc	59,3 d	70,7 b
CV (%)	9,84	7,13	9,61	4,57	1,77	1,31	1,99	2,99	2,44	3,64
Cultivar Sel 10										
Sanare, lluvias	9,3 b	12,3 b	20,0 a	33,7 a	38,0 a	41,7 a	47,3 b	51,3 a	71,0 a	84,3 a
Sanare, salida lluvias	13,0 a	16,7 a	22,3 a	33,3 a	37,3 a	37,3 b	49,3 a	52,7 a	66,0 b	75,7 b
Palo Verde	7,0 c	10,0 cd	15,7 cd	26,0 b	30,3 b	35,0 c	47,0 b	51,3 a	66,0 b	80,7 a
Samán Mocho	5,0 d	8,3 d	13,7 d	20,3 d	25,0 c	34,0 c	40,3 d	44,7 b	58,0 c	70,0 c
Montalbán	9,0 b	11,3 bc	18,0 bc	23,3 c	32,3 b	37,7 b	43,0 c	49,7 a	59,3 c	71,7 bc
CV (%)	9,77	9,59	8,61	3,77	3,94	2,99	3,08	1,78	2,17	2,46
Cultivar Sel 12										
Sanare, lluvias	9,3 a	12,0	19,7	32,0 a	37,3 a	40,7 a	47,3 a	51,3 a	71,0 a	84,3 a
Sanare, salida lluvias	12,0 a	15,7	19,7	32,0 a	36,3 a	36,3 b	49,3 a	52,7 a	66,0 b	75,7 b
Palo Verde	11,3 a	14,3	18,3	28,3 b	32,3 b	34,7 b	47,0 b	51,3 a	66,0 b	80,7 a
Samán Mocho	5,0 b	8,3	13,3	20,3 d	25,0 c	35,0 b	40,3 d	44,7 b	58,0 c	70,0 c
Montalbán	10,0 a	12,3	19,0	25,7 c	32,0 b	37,0 b	43,0 c	49,7 a	59,3 c	71,7 bc
CV (%)	23,69	20,83	16,56	4,48	5,44	3,20	1,20	3,50	3,30	2,86
Cultivar Sel 13										
Sanare, lluvias	9,0 ab	12,0	20,3 a	33,3 a	38,3 a	41,0 a	48,3 ab	52,7 ab	75,0 a	85,3 a
Sanare, salida lluvias	11,3 a	15,7	20,0 a	34,0 a	38,7 a	38,7 b	50,0 a	54,0 a	71,0 b	80,3 a
Palo Verde	11,0 a	14,0	18,0 ab	28,7 b	33,0 b	36,0 c	47,0 b	51,7 ab	66,0 c	82,7 a
Samán Mocho	5,0 b	8,0	14,3 b	20,3 d	25,0 c	35,0 c	40,7 d	46,3 c	60,0 d	74,3 b
Montalbán	9,6 ab	11,7	18,0 ab	24,3 c	31,3 b	34,0 c	43,0 c	49,5 bc	59,5 d	73,0 b
CV (%)	27,00	22,18	13,40	6,02	3,54	2,80	2,15	3,56	1,19	3,55
Cultivar: L 140										
Sanare, lluvias	8,7 b	11,7 b	21,0 a	33,7 a	38,0 a	41,7 a	49,3 a	53,3 a	74,3 a	85,3 a
Sanare, salida lluvias	13,0 a	17,3 a	21,0 a	34,0 a	39,7 a	39,7 a	50,3 a	54,0 a	71,7 b	81,7 b
Palo Verde	7,7 bc	10,7 b	16,3 bc	26,3 b	31,7 b	34,7 b	45,7 b	49,7 b	65,0 c	82,7 b
Samán Mocho	5,3 c	8,0 c	13,0 c	20,3 c	25,3 c	35,0 b	40,7 c	45,7 c	59,0 d	71,7 c
Montalbán	9,3 b	12,0 b	18,7 ab	24,3 b	31,0 b	36,3 b	43,7 b	51,3 ab	59,7 d	70,3 c
CV (%)	14,52	6,12	10,42	5,06	5,79	4,02	2,75	2,74	2,08	1,51

† Promedios con letras distintas indican diferencias significativas entre localidades (P<0,05).

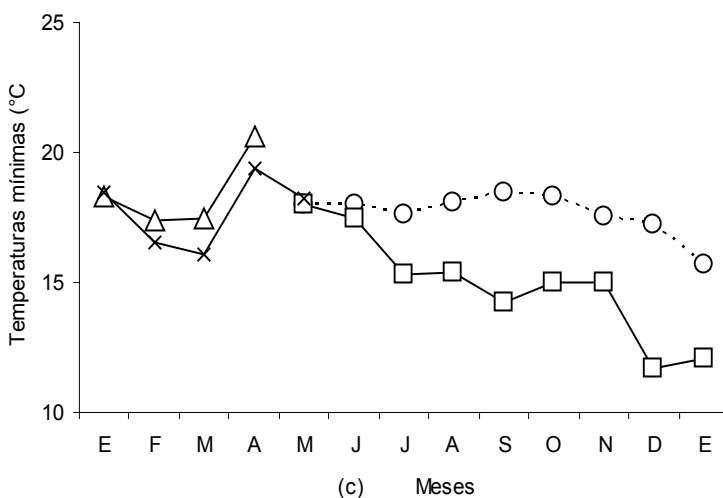
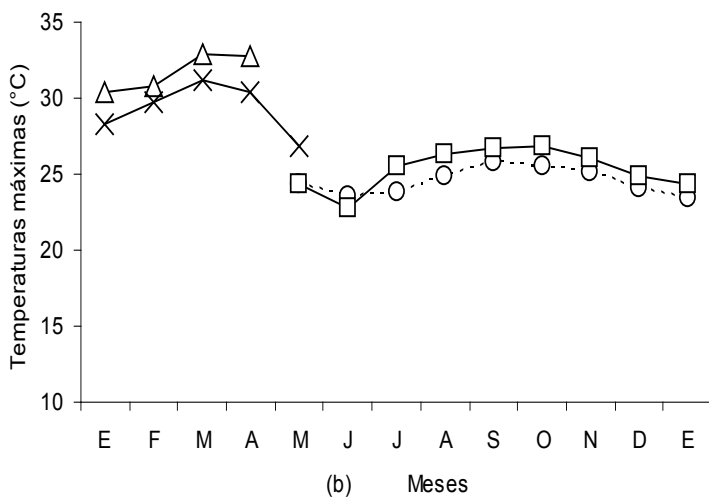
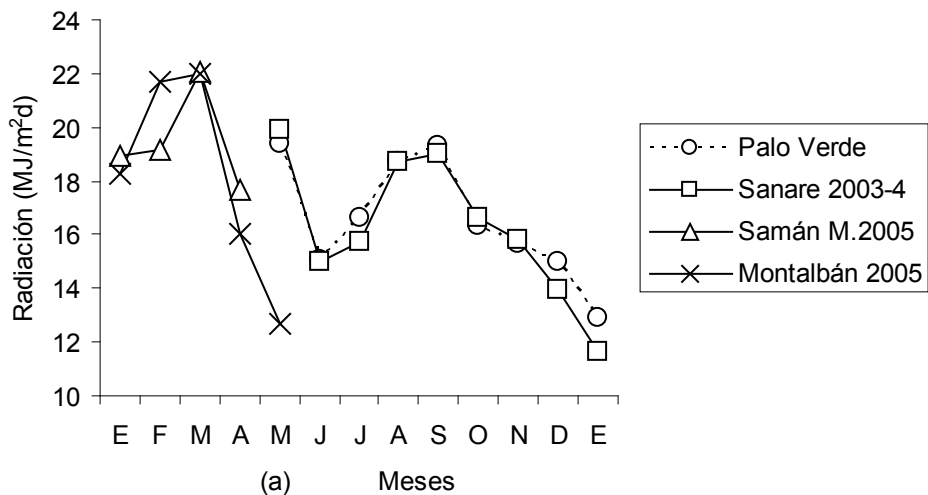


Figura 1. Radiación (a), temperaturas máximas (b) y mínimas (c) durante los cinco ensayos de diez cultivares caraota en cuatro localidades.

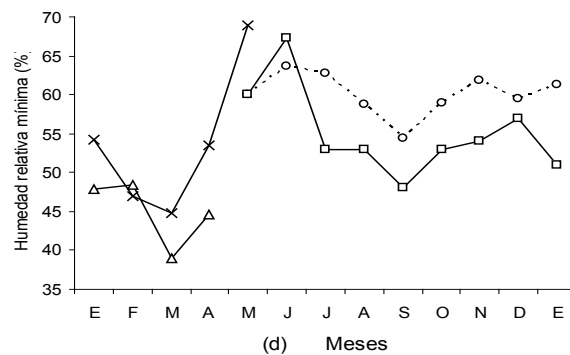
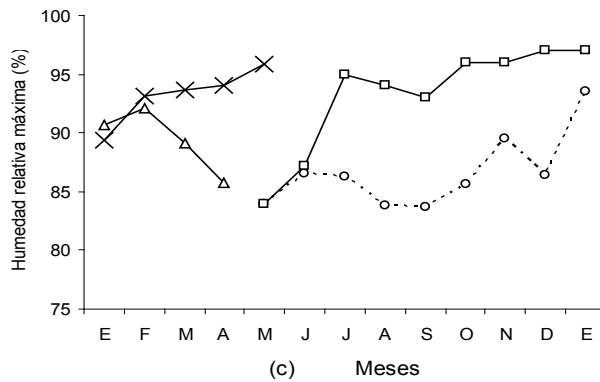
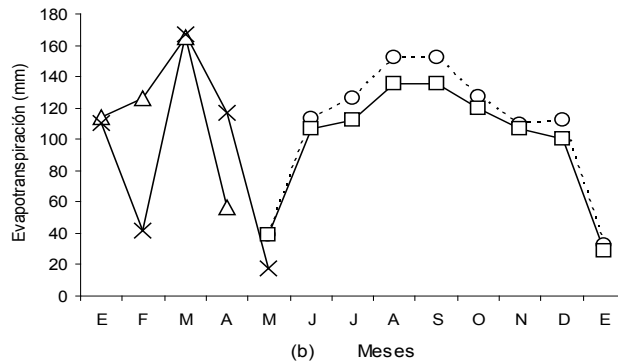
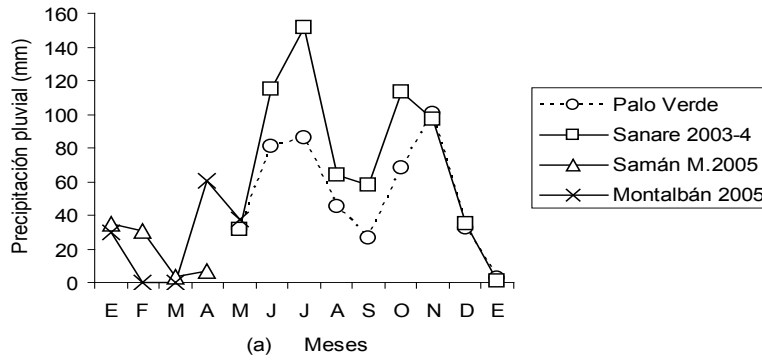


Figura 2. Precipitación Pluvial (a), evapotranspiración (b) y humedad relativa máxima (c) y mínima (d) durante los cinco ensayos de diez cultivares de caraota en cuatro localidades.

que las temperaturas más altas influyeron sobre las plantas para acelerar sus procesos fisiológicos y desarrollo, acortando cronológicamente el ciclo del cultivo (madurez fisiológica entre 60 dds, 'Colombiana' en Montalbán y 74,3 dds, 'Sel 13' en Samán Mocho); por ello, se considera que en el trópico la temperatura es la condición del clima que más influye sobre el comportamiento de las plantas (Masaya y White, 1989; Mariot, 1996).

En Sanare, se obtuvo entre 33,7 y 50,3 dds a floración y entre 80,3 y 85,3 dds a madurez fisiológica. Valores similares fueron obtenidos por Lozada *et al.* (1991) en ensayos en Los Humocaros, estado Lara a 950 msnm; no obstante, a mayores altitudes ocurre alargamiento del ciclo de cultivo, como se ha indicado en trabajos realizados en Cubiro, estado Lara (Lozada *et al.*, 1983), situado a 1550 msnm (días a floración entre 53 y 55 dds y madurez fisiológica entre 110 y 116 dds).

Duración térmica en grados días (GD)

Para esta variable también hubo diferencias significativas en la duración térmica entre localidades, para cada cultivar. Los materiales 'Colombiana', 'Tacarigua', 'Magdaleno', 'Sel 12' y 'Sel 13' presentaron pocas diferencias significativas entre localidades en las primeras cuatro etapas de desarrollo (Cuadros 5 y 6), lo cual coincide con lo encontrado en la literatura, donde los GD acumulados se mantienen de acuerdo a la variedad del cultivo (FAO, 2006).

Para la etapa de emergencia se observó que en Samán Mocho la duración térmica fue menor (entre 73,15 y 94,02 GD) en comparación con las otras localidades (variaron entre 84,70 y 145,37 GD). Esto pudo deberse a condiciones de suelo más que de temperatura, porque tanto en Samán Mocho como en Montalbán las temperaturas fueron más altas que en Sanare y Palo Verde (Figura 2), pero en la zona alta hubo, además y principalmente, menor humedad en el suelo, por irregularidad en las lluvias, lo que retardó la germinación y la emergencia de las plántulas.

En Montalbán las temperaturas también fueron altas; sin embargo, hubo problemas en la preparación del terreno, quedando muchos terrones, que a pesar del riego afectaron la emergencia. En Samán Mocho las temperaturas altas, humedad y preparación del suelo influyeron en una rápida emergencia (Masaya y White, 1989), lo que pudo inducir un menor tiempo cronológico y cálculo de GD, especialmente, por evaluaciones realizadas semanalmente y no interdiarias.

Con respecto a las otras etapas de desarrollo (Cuadros 5 y 6), cabe destacar que en algunos cultivares en la zona alta, la etapa de cuarta hoja trifoliolada ocurrió conjuntamente con la prefloración, por lo cual, se puede observar el mismo tiempo térmico; condición ésta que

no se observó en la zona baja. Esto probablemente se debió al retardo en etapas como la emergencia en la zona alta, que llevó a traslape de etapas, pudiendo influir en la formación de yemas reproductivas y en el rendimiento final (Pérez de Azkue y Puche, 2003). Desde la etapa de "hojas primarias" hasta la "cuarta hoja trifoliolada" los GD acumulados tuvieron similitud y Samán Mocho presentó los valores menores, mientras que en la fase reproductiva (prefloración a madurez fisiológica) cambió el comportamiento y aumentaron los valores de la zona baja con respecto a la zona alta.

Se pudo observar que los ensayos por zonas presentaron concordancia en GD acumulados, en especial en Sanare, que en épocas de siembra diferentes (lluvias y salida de lluvias) tuvieron valores semejantes de GD en las diferentes etapas, lo que se corresponde con los trabajos de Medeiros *et al.* (2000) y Neild (1986). Las diferencias en tiempo térmico entre zonas de producción pudieran deberse a condiciones de manejo del cultivo y al intervalo de evaluación de las etapas de desarrollo, ya que en la zona alta fue interdiario; no así en la zona baja, dos veces por semana, lo que pudo influir en la diferencia en GD. Esto podría llevar a afirmar equivocadamente que a mayor altitud la duración térmica es menor, cuando en realidad la duración térmica es un índice que se mantiene por cultivar (FAO, 2006); de allí la importancia de evaluaciones diarias o interdiarias de las etapas de desarrollo. No obstante, los bajos coeficientes de variación (Cuadros 5 y 6) indican buen seguimiento y evaluación de los ensayos, así como alta confiabilidad.

En cuanto a los cultivares, hubo variación entre ellos (Bracho *et al.*, 2010), tanto para GD como para dds, lo cual se corresponde al ser genotipos diferentes y considerando el resto de las condiciones del ambiente como radiación y suelos que pudieron influir en las diferencias de GD.

Peso seco y rendimiento de plantas de caraota

Los resultados de peso seco y rendimiento mostraron diferencias significativas para localidad en las etapas de desarrollo evaluadas. Cuando se relacionó el peso seco con duración térmica en GD, se encontró que en Sanare durante la época de lluvias, el coeficiente de correlación fue de 0,94, Sanare en época de salida de lluvias 0,93, en Palo Verde 0,67, en Samán Mocho 0,99 y en Montalbán 0,84; es decir, que a medida que aumenta el tiempo térmico aumentan los pesos secos totales por planta. Esto se relaciona con las longitudes de las etapas de desarrollo, debido a que se requiere cumplir con ciertas cantidades de calor para pasar de una etapa a otra (Jenni *et al.*, 2000), lo que se asocia conjuntamente con la aparición de órganos en las plantas y sus cambios en peso seco.

Cuadro 5. Duración térmica en grados días (GD) de cada etapa de desarrollo de los cultivares de caraota ‘Colombiana’, ‘Tacarigua’, ‘Magdaleno’, ‘La Palma’ y ‘Sel 4’, en cuatro localidades de Venezuela

Localidad	Duración de las etapas de desarrollo (GD)									
	Emergencia	Hojas Primarias	Primera hoja trifoliolada	Tercera hoja trifoliolada	Cuarta hoja trifoliolada	Prefloración	Floración.	Formación de vainas	Llenado de vainas	Madurez fisiológica
Cultivar Colombiana										
Sanare, lluvias	92,22 bc†	129,08	212,00	330,55	343,4 c	347,40 b	427,20 b	443,85 c	618,67 c	822,78 bc
Sanare, salida lluvias	138,02 a	176,78	215,02	292,32	337,80 c	337,80 b	420,60 b	467,40 c	613,45 c	785,50 c
Palo Verde	106,3 abc	155,92	208,67	332,35	389,42 b	389,42 a	498,23 a	542,27 b	725,30 b	929,00 a
Samán Mocho	73,15 c	119,95	194,08	291,10	358,55 c	449,52 a	530,20 a	591,42 a	795,77 a	971,72 a
Montalbán	121,55 ab	166,92	245,15	321,82	430,93 a	430,93 a	491,77 a	584,27 a	702,77 b	857,65 b
CV (%)	19,27	14,93	12,67	5,65	4,51	5,24	5,82	3,59	3,57	3,61
Cultivar Tacarigua										
Sanare, lluvias	110,38	143,55	224,47	331,28 ab	375,08 bc	409,05 b	483,48 b	513,67 d	727,95 b	851,75 c
Sanare, salida lluvias	141,78	184,08	221,62	360,45 a	399,68 b	399,68 b	492,03 b	536,43 cd	686,88 c	813,22 c
Palo Verde	110,22	167,98	230,67	340,70 a	397,93 b	397,93 b	512,53 b	556,93 c	725,30 b	914,43 b
Samán Mocho	78,42	129,98	198,42	295,57 b	358,55 c	499,65 a	568,75 a	636,40 b	831,85 a	990,58 a
Montalbán	121,12	162,10	250,10	330,72 ab	450,27 a	509,48 a	575,98 a	681,53 a	839,30 a	995,75 a
CV (%)	24,26	19,85	13,65	6,38	3,95	3,44	3,29	2,18	1,74	3,55
Cultivar Magdaleno										
Sanare, lluvias	102,38	136,15	218,23	325,57	381,58	411,82 c	483,48 b	523,58 d	731,10 bc	844,52 b
Sanare, salida lluvias	138,02	176,78	224,82	351,00	387,15 d	387,15 d	503,42 b	543,27 d	711,43 c	832,27 b
Palo Verde	129,82	180,10	227,20	340,87	397,93	405,58 c	520,27 b	580,75 c	756,37 b	962,60 a
Samán Mocho	73,15	119,95	189,75	291,10	362,82	489,38 b	568,75 a	645,00 b	826,80 a	990,58 a
Montalbán	131,05	177,22	241,90	312,23	435,48	509,48 a	576,78 a	702,13 a	843,68 a	1017,13 a
CV (%)	26,30	20,92	14,57	6,71	3,62	1,84	3,55	3,21	2,62	3,58
Cultivar La Palma										
Sanare, lluvias	99,32 b	129,42 c	227,45 bc	340,77 ab	388,25	412,75 b	486,65 c	530,20 e	744,77 bc	855,77 b
Sanare, salida lluvias	152,10 a	190,35 a	238,53 b	354,32 a	397,25	397,25 b	525,72 c	564,15 d	741,82 c	854,10 b
Palo Verde	106,13 b	151,67 bc	204,23 c	319,83 bc	389,42	409,28 b	331,32 b	587,90 c	764,88 b	914,45 b
Samán Mocho	94,02 b	149,07 bc	216,32 bc	309,72 c	375,67	510,02 a	591,55 a	649,50 b	855,88 a	1049,60 a
Montalbán	140,55 a	182,03 ab	266,97 a	330,72 abc	440,73	518,75 a	602,80 a	727,35 a	857,65 a	1038,22 a
CV (%)	13,78	10,92	6,42	4,63	6,19	3,67	2,20	1,93	1,45	3,68
Cultivar Sel 4										
Sanare, lluvias	92,22 b	129,08 b	212,00 b	310,25 b	378,37 b	409,05 b	480,32 d	513,520 d	811,88	851,75 d
Sanare, salida lluvias	138,02 a	177,53 a	224,82 b	354,32 a	397,25 b	397,25 b	525,72 c	557,17 cd	728,70	851,00 d
Palo Verde	93,30 b	140,82 b	199,63 b	312,45 b	373,73 b	405,58 b	530,80 c	576,67 c	756,37	929,98 c
Samán Mocho	78,42 b	134,78 b	198,42 b	291,10 b	362,82 b	499,65 a	568,75 b	640,75 b	841,40	981,53 b
Montalbán	151,17 a	196,18 a	284,27 a	375,23 a	468,37 a	528,17 a	623,70 a	732,27 a	857,65	1048,77 a
CV (%)	10,97	12,04	6,52	4,06	5,58	3,56	3,62	3,99	6,44	2,81

† Promedios con letras distintas indican diferencias significativas entre localidades ($P < 0,05$).

CV: Coeficiente de variación

Cuadro 6. Duración térmica en grados días (GD) de cada etapa de desarrollo de los cultivares de caraota Sel 7, Sel 10, Sel 12, Sel 13 y L 140, en cinco ensayos en cuatro localidades de Venezuela.

Localidad	Emergencia			Duración de las etapas de desarrollo (GD)				Lienado de vainas	Madurez fisiológica
	Hojas primarias	Primera hoja trifoliolada	Tercera hoja trifoliolada	Cuarta hoja trifoliolada	Prefloración	Floración	Formación de vainas		
Cultivar Sel 7									
Sanare, lluvias	95,28 c†	212,00 b	325,40 a	374,92 bc	412,75 c	480,32 b	520,28 c	728,45 b	851,75 c
Sanare, salida lluvias	145,37 a	221,80 ab	341,20 a	383,90 b	383,90 d	503,42 b	543,27 c	701,08 b	835,32 c
Palo Verde	89,10 cd	197,25 b	319,83 ab	365,22 c	386,70 d	497,63 b	553,23 c	737,30 b	936,20 b
Samán Mocho	73,15 d	198,42 b	300,03 b	362,82 c	484,43 b	603,83 a	623,02 b	826,57 a	1000,45 a
Montalbán	125,65 b	258,57 a	330,10 a	430,93 a	500,73 a	588,92 a	696,75 a	848,07 a	1016,25 a
CV (%)	9,82	9,10	3,92	1,93	1,60	6,34	3,27	2,73	3,31
Cultivar Sel 10									
Sanare, lluvias	102,38 c	212,00 bc	341,2 ab	381,35 bc	419,22 c	483,48 d	530,2 e	727,95 c	851,75 c
Sanare, salida lluvias	144,73 a	241,55 ab	357,60 a	397,05 b	397,05 c	514,80 cd	560,48 d	745,35 bc	853,90 c
Palo Verde	84,70 d	192,13 c	312,83 cd	365,22 c	420,40 c	535,17 bc	587,90 c	775,43 b	951,67 b
Samán Mocho	73,15 d	198,42 c	295,57 d	358,55 c	484,43 b	568,75 b	645,00 b	846,03 a	1044,65 a
Montalbán	125,65 b	254,50 a	325,37 bc	459,80 a	532,00 a	614,57 a	737,35 a	857,65 a	1054,47 a
CV (%)	8,54	7,82	3,33	3,62	2,72	3,53	1,84	2,48	2,92
Cultivar Sel 12									
Sanare, lluvias	103,35 bc	208,82	325,70 b	374,92 b	409,05 cd	470,98 e	510,28 d	705,10 c	844,60 c
Sanare, salida lluvias	134,73 ab	215,02	344,30 ab	386,98 b	386,98 d	522,37 d	557,17 c	693,85 c	794,98 d
Palo Verde	123,38 ab	223,97	340,70 ab	389,42 b	416,82 c	549,60 c	603,88 b	771,80 b	936,87 b
Samán Mocho	73,15 c	194,08	295,57 c	358,55 b	499,65 b	577,95 b	636,25 b	831,32 a	1005,37 a
Montalbán	141,05 a	266,87	360,43 a	454,10 a	523,40 a	602,80 a	707,33 a	848,07 a	1032,57 a
CV (%)	15,29	15,91	4,16	5,39	2,76	1,18	4,07	3,42	2,79
Cultivar Sel 13									
Sanare, lluvias	98,35 ab	214,98	337,82 a	384,80 b	412,75 b	480,40 c	523,58 c	745,00 c	855,47 c
Sanare, salida lluvias	127,68 a	217,95	364,05 a	409,88 b	409,88 b	529,33 b	570,87 bc	745,35 c	838,18 c
Palo Verde	119,18 a	219,63	344,63 a	397,93 b	409,17 b	549,60 b	607,77 b	771,95 b	959,53 b
Samán Mocho	73,15 b	207,27	295,57 b	358,55 c	499,65 a	582,45 a	657,90 a	860,93 a	1069,37 a
Montalbán	136,02 a	254,33	340,30 a	445,57 a	510,00 a	602,80 a	704,65 a	851,08 a	1054,05 a
CV (%)	17,20	12,20	5,75	3,46	2,53	1,91	3,95	1,24	3,57
Cultivar L 140									
Sanare, lluvias	96,25 b	221,22 ab	340,88 ab	381,35 bc	419,22 b	490,03 c	530,58 d	738,27 b	855,53 c
Sanare, salida lluvias	145,22 a	228,13 ab	364,05 a	420,63 ab	420,63 b	532,68 b	571,22 c	752,78 b	851,03 c
Palo Verde	93,30 b	200,17 b	316,07 bc	381,38 bc	416,82 b	535,17 b	579,95 c	759,40 b	958,97 b
Samán Mocho	78,42 b	189,75 b	295,57 c	362,82 c	499,65 a	582,45 a	649,50 b	846,45 a	1028,70 a
Montalbán	130,62 a	262,73 a	339,92 ab	440,47 a	514,65 a	613,50 a	732,35 a	853,27 a	1011,30 a
CV (%)	13,27	10,06	4,79	5,39	3,37	3,05	2,89	2,01	1,44

† Promedios con letras distintas indican diferencias significativas entre localidades ($P < 0,05$).

CV: Coeficiente de variación

Con respecto al rendimiento, el factor localidad fue altamente significativo y la interacción localidad \times cultivar significativo (Cuadro 7). No obstante, el análisis no detectó diferencias entre localidades para los cultivares 'La Palma', 'Sel 4' y 'Sel 7'. En Samán Mocho se obtuvieron los mayores pesos secos por planta (entre 10 y 59 g/planta) y los mayores rendimientos (entre 1 100 y 1 720 kg/ha), excepto para el cultivar 'Colombiana'. En las otras localidades no ocurrió lo mismo, lo que pudo deberse a la influencia de las condiciones de suelos, ya que Samán Mocho presenta mayor fertilidad (Cuadro 2). Los rendimientos obtenidos por cada cultivar en la zona alta difieren de los obtenidos por Lozada *et al.* (1991) de 1 320 kg/ha y por Santeliz (1992) de 2 135 kg/ha en el estado Lara, lo que estuvo relacionada la interacción cultivar \times ambiente.

En cuanto a la correlación del rendimiento con GD fue de 0,57, lo que posiblemente se debió a la poca diferencia de los GD de cada cultivar en las localidades. Índice fisiológico que debería ser el mismo para cada cultivar al llegar a la madurez de cosecha, independiente de la localidad, ya que son los grados de calor necesarios para llegar a la producción (Jenni *et al.*, 2000).

Los rendimientos variaron entre los cultivares, obteniendo 'Colombiana' el mayor con 2 107 kg/ha en Sanare en época de lluvias, en Palo Verde 1 340 kg/ha y en Samán Mocho 1 244 kg/ha, mientras que en Sanare, en la salida de lluvias (siembras continuas, fallas en precipitaciones y riegos) y Montalbán rindió 893 y 701 kg/ha, respectivamente; es decir, presentó mejor comportamiento en la zona alta. Asimismo, estuvo entre los de menor duración térmica y, por ende, fue el más precoz.

El resto de los cultivares presentaron diferente comportamiento, y al parecer presentan mejor adaptación a las condiciones de zona baja, especialmente en Samán Mocho, quizás por ser cultivares obtenidos en

programas de mejoramiento desarrollados en dichas condiciones (Coelho y Gomes, 2003), donde pudieron mostrar su potencial de rendimiento. Esto no ocurrió así en zonas altas donde las condiciones climáticas, según la literatura (Masaya y White, 1989), permiten obtener una mejor producción de caraota, con temperaturas menores como Sanare.

No obstante, se encontró que a pesar de las condiciones de zona alta los materiales no mostraron mejor rendimiento. Cabe destacar que los rendimientos obtenidos, aunque fueron mayores al promedio nacional de 2010, de 880 kg/ha (Fedeaagro, 2012), son bajos en comparación a valores foráneos que superan los 1 500 kg/ha (Fernandes *et al.*, 1999). Se debe seguir trabajando en el mejoramiento genético para obtener plantas de alto potencial de rendimiento, adaptadas a las condiciones agroecológicas del país, con un manejo agronómico apropiado, para que puedan cumplir su ciclo de cultivo en una duración térmica y tiempo requeridos, para una alta producción.

CONCLUSIONES

La caracterización fenológica de los diez cultivares de caraota evaluados demuestra que la duración térmica y cronológica variaron, lo que implica que la estimación de GD acumulados, aunque depende de la temperatura, puede verse afectada por condiciones ambientales, tales como tipo de suelo, manejo del cultivo e intervalos de evaluación.

La asociación entre peso seco total y duración térmica apuntan a su relación con el rendimiento, siendo Samán Mocho la localidad donde los cultivares de caraota mostraron mayor peso y rendimiento y alcanzaron los grados días con menor duración cronológica.

En ensayos del estado Lara, el cultivar de mayor rendimiento fue 'Colombiana', mostrando su adaptabi-

Cuadro 7. Rendimiento de grano (kg/ha) de diez cultivares de caraota en cinco ensayos en cuatro localidades.

Cultivar	Sanare, lluvias	Sanare, salida de lluvias	Palo Verde	Samán Mocho	Montalbán
Colombiana	2106,8 aA†	892,9 abB	1340,4 aB	1243,7 aB	700,7 aB
Tacarigua	1248,5 bcAB	558,4 bC	931,3 aABC	1472,4 aA	646,4 aBC
Magdaleno	951,1 bcdB	748,8 bB	1304,4 aAB	1570,8 aA	800,7 aB
La Palma	806,8 bcdA	616,1 bA	635,5 aA	1109,2 aA	657,3 aA
Sel 4	1133,5 bcdA	808,2 bA	972,3 aA	1721,3 aA	1020,1 aA
Sel 7	1065,4 bcdA	1194,6 aA	1123,6 aA	1320,9 aA	552,3 aA
Sel 10	641,2 cdB	738,0 bAB	1196,2 aAB	1318,3 aA	639,2 aB
Sel 12	1258,4 bAB	648,9 bB	969,2 aAB	1720,4 aA	936,2 aAB
Sel 13	617,4 dB	559,0 bB	684,7 aB	1590,8 aA	415,2 aB
L 140	889,5 bcdAB	572,6 bBC	1016,7 aA	1216,8 aA	415,9 aC

† Valores con letras minúsculas distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

Valores con letras mayúsculas distintas en la misma fila indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

lidad a las zonas altas, no así en la zona baja donde sobresalieron ‘Sel 4’ y ‘Sel 12’. Los otros cultivares variaron en su comportamiento, posiblemente por ser obtenidos en programas de mejoramiento genético desarrollados en zonas bajas.

AGRADECIMIENTOS

Al FONACIT por el financiamiento mediante el Proyecto N° S1 2001001016. A la investigadora del INIA-Lara María Elena Morros y a su equipo de trabajo, por el apoyo brindado para la realización de este trabajo. Al Ing. Alberto Salih, INIA- CENIAP, por el suministro y apoyo en los cultivares evaluados. Al Ing. Elio Rodríguez y SEHIVECA por permitirnos evaluar el cv. La Palma. Al Ing. Antonio Tesara y a la empresa SEMINACA por su apoyo en los ensayos. Al Ing. Aristides Campos y trabajadores de la Estación Experimental de Montalbán. A los Ing. Jagger Valenzuela, Pablo D´ Enjoy, Ediling Rodríguez y José I. Azkue por la ayuda y el trabajo en equipo. Y muy especialmente al pueblo de Palo Verde y Sanare, estado Lara, por su amistad, ayuda y confianza en la realización de los ensayos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrios- Gómez, E.; C. López-Castañeda. 2009. Temperatura base y tasa de extensión foliar en frijol. *Agrociencia* 43: 49-35.
- Benacchio, S.; B. Mazzani; S. Caniche. 1978. Estudio de algunas relaciones fenológico ambientales en el cultivo del maní (*Arachis hipogea* L.) sembrado en diferentes épocas en Venezuela. *Agronomía Trop.* 28: 483-507.
- Bracho, B., O. Arnaude; B. Lozada. 2010. Fenología de cultivares locales de frijol y arveja municipio Rafael Urdaneta, estado Táchira Venezuela, basada en grados días. *Agronomía Trop.* 60: 171- 175.
- Coelho De S. P.; E.E. Gomes Da S. 2003. Caracterización fenológica e requerimientos térmicos de variedades de uvas sem sementes no Vale do Sao Francisco. *Ver. Bras. Frutic.* 25: 27.
- Ewel, J.; A. Madriz; J.R. Tosi. 1976. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. 2ª ed. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela. 270 p.
- FAO. 2006. Sección 6. Explicaciones sobre el desarrollo de la planta. FAO, Roma, Italia. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/x8234s/x8234s0b.html>. [Consultado: 27 noviembre 2011].
- Fedeagro. 2012. Estadísticas de producción. Venezuela. Fedeagro, Caracas. Venezuela. Disponible en: <http://www.fedeagro.org/produccion/Rubros.asp>.
- Fernandes De S., B.; W.E. De Bastos A.; G.M. Bellon F.; J.G.C. Dos Santos. 1999. Ensayos regionais de avaliacao de genotipos de feijoo preto no Estado do Rio de Janeiro – bienio 1997/98. Reuniao Nacional de Pesquisa de Feijao. Salvador. Resumos Expandidos. EMBRAPA. Arroz y Feijao, Santo Antonio de Goias, Brasil. pp 349- 352.
- Fernández, F.; P. Gepts; M. López. 1985. Etapas de desarrollo en la planta de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). In: López, M.F.; A. Fernández; A. Shoonhoven (Eds.). Frijol: Investigación y producción. CIAT. Cali, Colombia. pp. 61- 78.
- Jenni, S.; G. Bourgeois; H. Laurence; G. Roy; N. Tremblay. 2000. Improving the prediction of processing bean maturity based on the growing-degree day approach. *HortScience* 35: 1234- 1237.
- Lozada, C.; D. Lozada; O. Borges. 1991. Selección de cultivares de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) adaptables a la zona de los Humocaros, estado Lara. *Bioagro* 3:19-24.
- Lozada, C.; S. Ortega; N. Sánchez. 1983. Comportamiento de 12 líneas de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) Cubiro, Lara. *Agron. Trop.* 33: 71-81.
- Mariot, E.J. 1996. Avaliacao do crescimento vegetativo de dez genotipos de feijoeiro submetidos ao estresse térmico en condicones controladas. V Reunion Nacional de Pesquisa de Feijão. Anais Vol 1, resumos expandidos. EMBRAPA- CNPAF, Goiania, Brasil. pp. 35- 37.
- Masaya, P.; W. White. 1989. Adaptation to photoperiod and temperature. In Shoonhoven V.; O. Voysest (Eds). *Common beans: Research for Crop Improvement*. Commonwealth Agricultural Bureau International y CIAT. Cali, Colombia. pp. 445- 500.
- Medeiros, G. A.; F. B. Arruda; E. Sakai; M. Fujiwara; N. R. Bon. 2000. Crescimento vegetativo e coeficiente de cultura do feijoeiro relacionados o graus-dia acumulados. *Pesq. Agrop.* 35: 1733–1742.
- Neild, R.E. 1986. G86-796 Growing degree day requirements and freeze risk as a guide to selecting and planting corn hybrids. Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension Paper 720. University of Nebraska, Lincoln, EUA. Disponible en: <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1716&context=extensionhist> [Consultado: 14 abril 2003].

- Ojeda-Bustamante, W.; E. Sifuentes-Ibarra; H. Unland-Weiss. 2006. Programación integral del riego en maíz en el norte de Sinaloa, México. *Agronomía* 40:13- 25.
- Ometto, J.C. 1981. Fluxo de calor sensível ou o calor destinado a aquecer o ar atmosférico. *Bioclimatología vegetal*. Editora Agronómica Ceres. Sao Paulo, Brasil. 425 p
- Pérez de Azkue, M.; M. Puche. 2003. la temperatura como herramienta de predicción agroclimatológica aplicada a la producción de frutales. La fenología como herramienta en la agroclimatología. INIA CENIAP. Monografía. Maracay, Venezuela. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/ceniaphoy/articulos/n3/texto/mazkue.htm [Consultado: 24 abril 2003].
- Santeliz, G. 1992. Evaluación de algunos componentes del rendimiento de seis cultivares de caraota (*Phaseolus vulgaris*) en dos pisos bioclimáticos diferentes. *Bioagro* 4: 75- 78.
- Sifuentes Ibarra, E.; W. Ojeda, Bustamante; J Masías Cervantes. 2006. Calendarización del riego grado día en el cultivo de papa. Riego. Fundación Produce Sinaloa A.C., Guasave. México. Disponible en: http://www.conpapa.org.mx/pdf/pubi_CalRiegoPapa.pdf. [Consultado: 26 enero 2012].