

COMPORTAMIENTO BIOLÓGICO DEL Cyperus rotundus L. I FASES
FENOLOGICAS, DINAMICA DE CRECIMIENTO Y CAPACIDAD REPRODUCTIVA

William Gamboa M.*
John Vandermeer**

RESUMEN

Durante 1986-1987, se realizó una serie de estudios en el Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de Managua, Nicaragua, con el objetivo de estudiar las fases fenológicas, la dinámica y la capacidad reproductiva del Cyperus rotundus. Todos los trabajos se desarrollaron utilizando bolsas de polietileno, rellenas con suelo Molisols.

Se determinó, que la especie brotó y emitió raíces los primeros cinco días después de la siembra. La emisión de rizomas ocurrió a los 15 días y los bulbos basales se formaron a los 20 días. La floración tuvo lugar a los 31 días y alcanzó su madurez a los 36, mientras que la formación de tubérculos se completó a los 45 días. En la dinámica de crecimiento se observó que la planta disminuyó su tasa de crecimiento a los 45 días y el número de brotes aumentó entre los 35 y los 65 días. El crecimiento del rizoma fue constante y produjo una gran cantidad de bulbos basales partiendo de pocos rizomas. La mayor capacidad reproductiva de la planta se dió de los 30 a los 60 días, y hasta los 90 días un tubérculo produjo 20 bulbos basales y 29 tubérculos.

* Profesor Escuela de Producción Vegetal.

**Profesor Dirección de Investigación y Posgrado. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Apartado 453, Managua, Nicaragua.

INTRODUCCION

El coyolillo Cyperus rotundus, es considerado como una de las malezas de mayor importancia económica en las regiones tropicales del mundo, por tener un rápido crecimiento y desarrollo y una excelente capacidad de reproducción asexual.

Según Doll (s.f.), el coyolillo se ha ido diseminando hacia los subtrópicos y su distribución se localiza desde los 30^o latitud norte hasta los 35^o de latitud sur, en donde crece a alturas que van desde el nivel del mar hasta los 1500 msnm. Leihner (1982) señaló que esta maleza puede sobrevivir a condiciones extremas de altas temperaturas, sequía, ahogamiento y falta de aireación debido a la latencia de los tubérculos.

En Nicaragua, esta Cyperaceae ha invadido grandes áreas en corto tiempo, y constituye un problema por ser una especie de difícil eliminación en las zonas agrícolas. En la II Región, donde existen áreas con potencial para siembra de maíz, se encontró que una de las especies de malezas predominantes es el coyolillo (Dinarte, 1984). También se ha reportado como una de las malezas de mayor abundancia asociada con el cultivo de frijol, según Corea (1982).

A pesar de considerarse al coyolillo una especie de importancia por su gran afectación y daño a los cultivos no se encontraron estudios sobre su comportamiento biológico bajo las condiciones ecológicas del país, cuyos resultados son indispensables para la formulación y desarrollo de programas de control de esta maleza. Por esta razón, se ha considerado necesario realizar una serie de experimentos y observaciones, con el objetivo de ofrecer un conocimiento más amplio de las características biológicas de C. rotundus, lograr una mayor comprensión y colaborar con las instituciones y personal interesado en la conformación de un sistema adecuado de manejo de esta especie.

MATERIALES Y METODOS

Los estudios se realizaron en campos experimentales e invernadero del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, ubicado en el km. 12 Carretera Norte, Managua, Nicaragua.

Los datos climatológicos que prevalecieron durante los experimentos de campo se observan en la Figura 1.

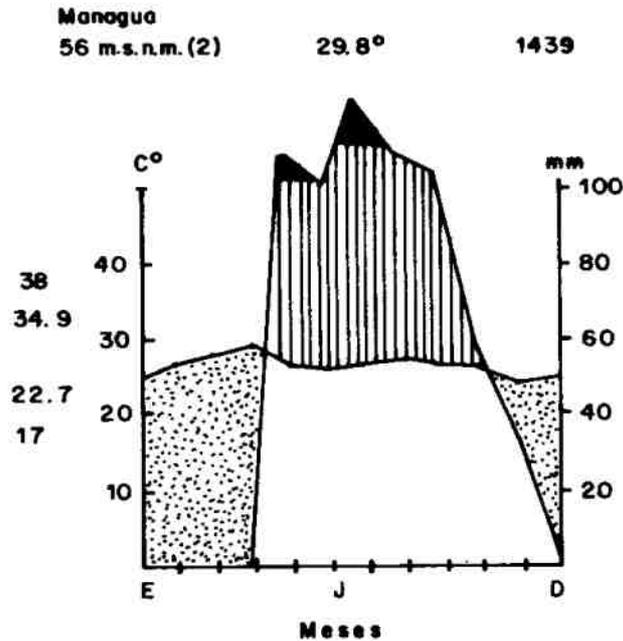


Figura 1. Comportamiento promedio de las condiciones climatológicas durante el desarrollo de los experimentos de 1986-1987 (Diagrama de clima según Walter y Lieth 1960).

En todos los estudios se utilizaron bolsas de polietileno, color negro de 72 cm² de base por 25 cm de profundidad, rellenas con suelo Molisols, con textura franco arenosa, pH 6.4 y un contenido de materia orgánica de 5.30%.

El peso seco de *C. rotundus* se obtuvo mediante secados en estufa a temperatura de 60°C, hasta peso constante.

Se describen a continuación las particularidades dentro de las cuales se llevó a cabo cada experimento:

Fases Fenológicas del C. rotundus

El presente estudio se realizó de octubre a noviembre de 1986. Se sembraron 64 bolsas, con dos tubérculos cada una y se colocaron a la intemperie. Se mantuvo la humedad constante en el suelo de las bolsas, a base de riego durante el estudio. Para las observaciones de la parte subterránea, se muestrearon ocho pares de plantas de acuerdo con las fases de desarrollo que se mencionan más adelante en el punto b. Además se anotaron, desde el momento de la siembra, las fechas en que la planta llegaba a sus correspondientes fases, tanto en la parte aérea como en la subterránea:

a. En la parte aérea

- Inicio de brotación
- Fase formación de hojas
- Emisión del tallo floral
- Floración
- Maduración

b. En la parte subterránea

- Emisión de raíces
- Emisión de rizomas
- Emisión de bulbos basales y tubérculos

Dinámica de crecimiento del C. rotundus

Se efectuó el trabajo de junio a agosto de 1987. Se utilizaron 100 bolsas de polietileno, plantándose dos tubérculos por bolsa. Se aplicó riego según necesidades detectadas mediante la observación de la planta. Después de la emergencia de C. rotundus se realizaron evaluaciones con una periodicidad inicial de cada cinco días hasta los 25 días, y posteriormente cada 10 días, hasta los 75 días después de la siembra del tubérculo (DDST). En cada caso se evaluaron 10 plantas.

Los parámetros medidos fueron:

- Altura de la planta (cm)
- Número y peso seco de hojas (g)

- Número y peso seco de inflorescencias (g)
- Número, peso seco (g) y longitud de rizomas (cm)
- Número, peso seco de tubérculos y bulbos basales (g)

Los resultados así obtenidos fueron considerados para establecer el promedio de crecimiento de una planta.

Capacidad reproductiva del C. rotundus

El experimento se llevó a cabo durante los meses de abril a julio de 1987. Se sembró un tubérculo por bolsa y se realizaron evaluaciones a los 30, 60 y 90 días de la siembra del tubérculo. El proceso de la evaluación tomó en cuenta los siguientes criterios:

- Número de brotes e inflorescencias
- Número de tubérculos y bulbos basales
- Peso seco de tubérculos y bulbos basales (g)
- Peso seco de follaje e inflorescencias (g)
- Peso seco (g) y longitud de rizomas (cm)
- Peso seco (g) y longitud de raíces (cm)

Los datos obtenidos se analizaron y se calculó el promedio de capacidad reproductiva.

RESULTADOS Y DISCUSION

Fases fenológicas del C. rotundus

En la Fig. 2, se pone a consideración un esquema de las fases fenológicas del C. rotundus, dentro de las condiciones climáticas que prevalecieron durante el desarrollo del presente estudio (Fig. 1), durante las cuales la planta brota en los cinco primeros días de la siembra. Además se observó en este período del experimento, la emisión de raíces. Estos resultados son similares a las observaciones que reporta Hammerton (1974) citado por Leihner et al (1982) quien encontró formaciones de raíces a los tres días. Labrada, et al. (1985) menciona que en las condiciones de Cuba el C. rotundus brotó a los siete días.

-  = Tubérculo Madre
-  = Bulbo basal
-  = Tubérculo

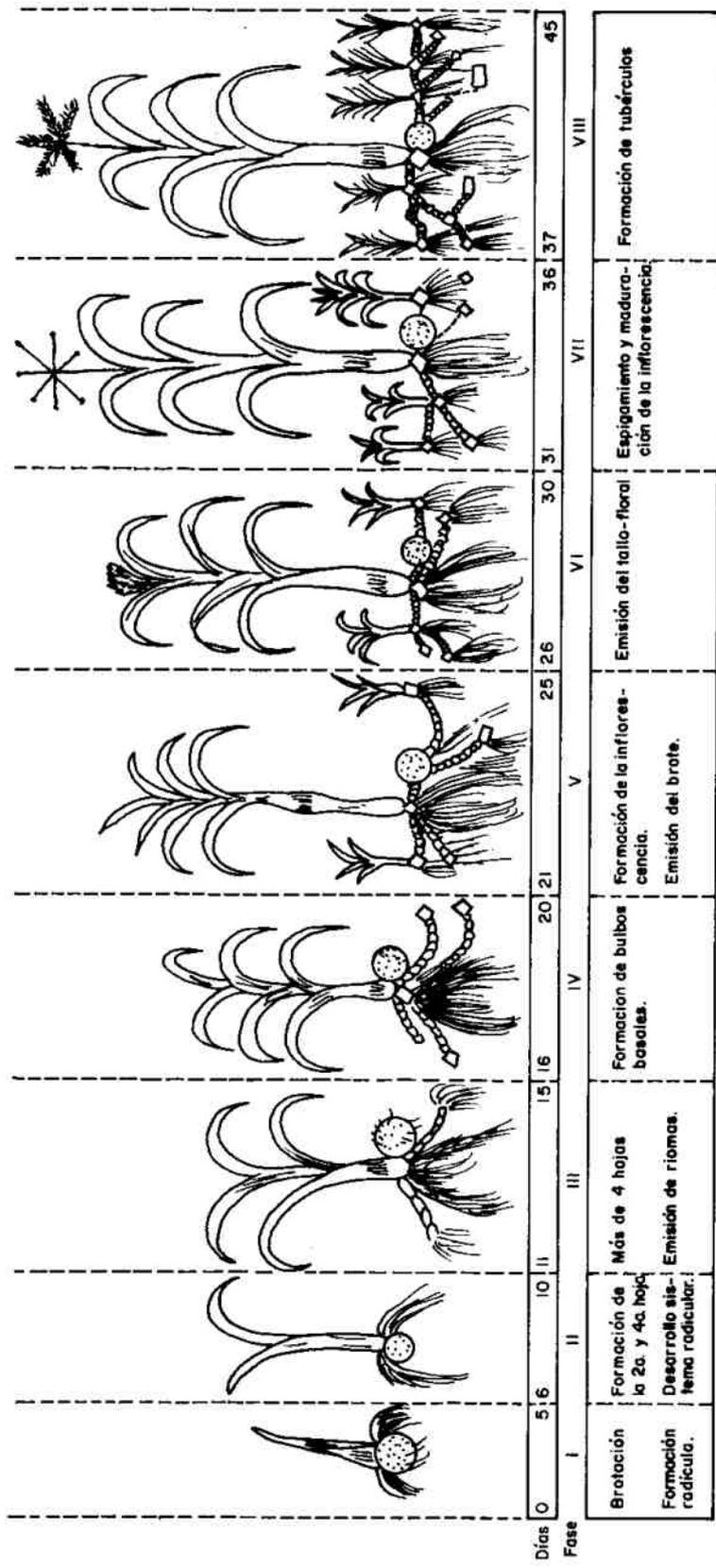


Figura 2. Desarrollo de las fases fenológicas del *Cyperus rotundus*.

La fase aparición de dos a cuatro hojas se desarrolló entre los seis y los 10 días, formándose la segunda hoja a los siete días. Durante este período el sistema radicular empieza su desarrollo. Después de diez días se obtuvieron más de cuatro hojas, y a los 15 días ocurrió la emisión de rizomas, la cual coincide con la formación de la quinta y sexta hoja.

Los bulbos basales se formaron en el período comprendido entre 16 y 20 días. El abultamiento de los extremos de los rizomas se aprecia a los 20 días (fase IV).

Del día 21 al 25 se observa el inicio de la brotación de los bulbos basales y 24 días después de la siembra aparece la formación de la inflorescencia.

La emisión del tallo floral ocurre a los 26 días (fase VI). La floración se logra a los 31 días, y cinco días después se observa la maduración completa de la inflorescencia. La formación de tubérculos tuvo lugar a los 45 días después de plantado el tubérculo madre.

Labrada, et al (1985), informan que la maduración de la inflorescencia ocurre a los 45 DDST y Hammerton (1975) citado por este mismo autor, señala que en Jamaica el C. rotundus florece de los 34 a los 45 días. En tanto que Holl, et al. (1978) comunican que la floración ha sido registrada a las tres semanas en Israel e India. En Colombia la floración ocurrió a los 30 días según Leihner, et al. (1982) y Doll (s.f.) menciona que esta especie florece a partir de la tercera hasta la octava semana después de la emergencia, dependiendo de la longitud del día.

Holl, et al. (1978) informan que la formación de los tubérculos se da a los 22 días en Hawaii, India, Puerto Rico y Trinidad, en tanto que Hauser (1962) citado por este mismo autor, afirma que los tubérculos se forman a los 68 días. Labrada (1986) dice que la formación de tubérculos ocurre, en Jamaica, a los 16 días después de la emergencia de la planta. Según los estudios de Hammerton (1975) el nuevo tubérculo se forma a los 38 días.

Las observaciones obtenidas en este estudio difieren en la mayoría de los casos con las registradas por los autores citados, en cuanto a la fecha de aparición de la floración y tuberización. Estas diferencias son posiblemente el resultado de los factores ambientales que influyen en el ciclo evolutivo del C. rotundus principalmente la precipitación, la temperatura y la intensidad lumínica.

Dinámica de crecimiento del C. rotundus

Los resultados de la dinámica de crecimiento de las estructuras aéreas y subterráneas del C. rotundus se presentan en los cuadros 1 y 2.

Después del proceso de floración, 35 días después de la siembra, se observa (Cuadro 1) una disminución en el crecimiento de la planta de C. rotundus que tiende a estabilizarse de los 45 a los 55 días. Por el contrario, los brotes manifiestan un aumento en la velocidad de crecimiento de los 35 a los 65 días, lo cual se aprecia en el incremento anotado del peso seco y el número de brotes.

Estos resultados indican que la síntesis de energía a través de la fotosíntesis es función principal de los brotes, para el crecimiento de la parte aérea y subterránea de C. rotundus.

La raíz emerge del bulbo basal, el cual no está diferenciado morfológicamente del tubérculo madre, su crecimiento es constante tanto en peso seco como en longitud (Cuadro 2). Esto explica en gran medida la importancia de los brotes en la producción de bulbos basales y tubérculos, los cuales son estructuras que garantizan la emisión y el crecimiento de las raíces. Holl, et al. (1978) sugieren que el crecimiento en longitud de la raíz, es de gran importancia para el C. rotundus debido a que ayuda a mantener el abastecimiento de agua y de nutrientes a los tubérculos y bulbos basales en las zonas más cercanas a la superficie del suelo.

Los rizomas, al igual que la raíz, emergen del bulbo basal al inicio y posteriormente al tubérculo madre, los tubérculos y bulbos

basales que se van formando en cadena. Generalmente emergen de estas estructuras de uno a tres tubérculos y crecen a intervalos de tres a cinco cm entre sí.

El crecimiento del rizoma es constante (Cuadro 2). Además, es importante señalar que la planta de C. rotundus produce una gran cantidad de bulbos basales y de tubérculos a partir de pocos rizomas.

No hubo evidencia de la formación de tubérculos durante los primeros 35 días de plantado el tubérculo madre, pero el número de bulbos basales había crecido siete veces (Cuadro 2). Es decir, solo el crecimiento de los extremos de los rizomas permitió la producción de nuevas plantas. El período de la floración se registró de los 31 a los 36 días, y la formación de los tubérculos a los 45 días. No se encontró en este estudio, una correlación aparente entre floración y tuberización, ya sea por las condiciones climáticas o por la posibilidad de que existan ecotipos de la especie, lo que contradice lo indicado por Holl, et al. (1978) de que la producción de tubérculos coincide con la fase de floración.

El número de brotes provenientes de un solo tubérculo, aumenta en los primeros 55 días y tiende a disminuir de los 65 a 75 DDST. Estos datos concuerdan con lo que registra Leihner (1982), de igual forma ocurrió con el número de inflorescencias (Cuadro 1). El peso seco de la parte aérea también disminuyó, por lo cual este factor es función del número de brotes e inflorescencias.

A partir de los 45 días, se observó un mayor crecimiento de las estructuras subterráneas (Cuadro 2) y a los 75 días el peso seco de la parte subterránea excedió aproximadamente en dos veces al peso seco de la parte aérea, lo cual indica la gran capacidad fotosintética del C. rotundus.

Capacidad reproductiva del C. rotundus

Los resultados obtenidos (Cuadro 3) indican que un tubérculo produce a los 30 días de plantado seis brotes en un área de 72×10^{-7}

3m^2 ; 0.131 m de rizomas y también 0.185 m de raíces en un volumen de $20 \times 10^{-3}\text{m}^3$

A los 60 DDST los brotes y bulbos basales se duplicaron y la raíz y rizoma aumentaron aproximadamente tres veces en su longitud. El peso seco del bulbo basal y rizomas se incrementó en 4.4 veces y el de la raíz en 2.5 veces con respecto al primer mes.

La producción de bulbos basales superó a la de los tubérculos a los 60 DDST, sin embargo, a los 90 días la producción de tubérculos aumentó en 2.4 veces y su peso seco en 1.63 veces. En tanto que la producción de bulbos basales, el número de brotes y el peso seco de la parte aérea disminuyeron. La longitud y el peso seco del rizoma tendieron a incrementarse en este período, principalmente su peso seco aumentó 2.67 veces, lo cual indica la gran actividad que desarrolla en la producción de bulbos y tubérculos. En cuanto a la longitud y peso seco de las raíces se observó apenas un leve aumento en este período.

La longitud de las raíces siempre fue superior a la de los rizomas, sin embargo, se observa en el Cuadro 3, que el peso seco de los rizomas fue ligeramente superior al de las raíces, a los 90 días.

En plantas de 90 días de edad, el peso seco de los tubérculos y bulbos basales representó el 75% del total, y las raíces y rizomas el 25%; resultados similares a los encontrados por Leiner, et al. (1982).

A los 30 DDST, la parte subterránea representó el 44% del peso seco total de la planta, a los 60 días fue el 50%; y a los 90 días el 80%. Esto significa que el peso seco subterráneo, supera al peso seco de la parte aérea después de los 60 DDST. Estos datos difieren con lo indicado por Labrada, et al. (1985) quienes informan que el peso seco de la parte aérea siempre superó al subterráneo y sin embargo son similares a los datos presentados por Leihner, et al. (1982) y Doll (s.f.).

Labrada, et al. (1985) encontraron que los mayores incrementos del peso de las partes aéreas y subterráneas se registran de los 30 a los 60 días, lo cual se corroboró en el presente estudio.

Leihner, et al. (1982) informan que a los 90 DDST, éste produce alrededor de 40 bulbos basales y 230 tubérculos. RAO (1968) citado por este mismo autor, encontró en la India que un tubérculo puede producir 90 nuevos tubérculos en un período igual de 90 días, cifras que son muy superiores a las encontradas en el presente estudio. Sin embargo, Arias y Soto (1979) encontraron en Costa Rica que a partir de un tubérculo se produjo en el mismo período de 45 - 50 nuevos tubérculos, datos más semejantes a los obtenidos aquí.

CONCLUSIONES

- La brotación del Cyperus rotundus ocurre cinco días después de la siembra del tubérculo.
- La emisión de rizomas se da a los 15 días; la formación de bulbos basales entre los 15 y 20 días; y la brotación de bulbos basales entre los 20 y 25 días.
- A los 27 días la planta emite el tallo floral; a los 31 días ocurre la floración y a los 36 días la maduración. Entre los 37 y los 45 días se efectúa la formación de los tubérculos.
- La velocidad del crecimiento de la planta disminuye a los 45 días, mientras que el número de brotes tiende a incrementarse a partir de los 35 días.
- Las raíces, las hojas y los rizomas emergen del bulbo basal no diferenciado y posteriormente lo hacen los rizomas y raíces del tubérculo madre.
- Se producen muchos bulbos basales a partir de pocos rizomas.

- La mayor intensidad reproductiva se lleva a cabo entre los primeros 30 y 60 días del desarrollo de la planta.
- Un tubérculo ha producido 20 bulbos basales y 29 tubérculos nuevos, hasta los 90 días de edad .
- El peso seco de las estructuras subterráneas es superior al peso seco de las aéreas entre los 60 y 90 días, observándose con ello una gran capacidad fotosintética de esta especie.

LITERATURA CITADA

- ARIAS R., R.A. y SOTO A., A. 1979. Dosis y tiempo de traslocación del glifosato en el control de coyolillo (Cyperus rotundus L.) Costa Rica. Estación Experimental Fabio Baudrit. Boletín No. 2. 14 p.
- COREA, M.M. 1983. Malezas en el frijol y su control. Manual de producción de frijol común. Managua, Nicaragua. Dirección de Técnicas Agropecuarias. 70 p.
- DINARTE, S. 1984. Inventario de malezas en áreas destinadas a maíz de riego, Región II. Resúmenes PCCMCA. Managua, Nicaragua. 17 p.
- DOLL, J.D. (s.f.). Cyperus rotundus L. Ecología, Biología, Morfología e Importancia. Managua, CENIDA. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. s.p. (fotocopia).
- HAMMERTON, J.L. 1975. Experiments, with Cyperus rotundus L. III Seasonal variations in growth. Weed Research 15(3):339-348.
- HOLL, J.L. et al. 1978. Cyperus rotundus L. Cyperaceae familia de los Cyperos. Boletín Informativo. FAO 26(3):73-92.
- LABRADA, R. et al. 1985. Particularidades biológicas de Cyperus rotundus L. I Estadios fenológicos, dinámica reproductiva y capacidad vegetativa. Agrotecnia de Cuba 17(2):47-55.
- LABRADA, R. 1986. Malezas de alta nocividad en las condiciones de la agricultura de Cuba. II Cyperus rotundus L. y Cynodon dactylon (L.) Centro de Información y Documentación Agropecuaria. Protección de Plantas. No.20. 31 p.
- LEIHNER, D.; DOLL, J. y FUENTES DE PIEDRAHITA, E. 1982. El coquito (Cyperus rotundus L.) Biología y Control. Guía de estudio. Cali, Colombia. CIAT. 56 p.

CUADRO 1. Dinámica del crecimiento de la parte aérea del *Cyperus rotundus*

DDST	PLANTA		BROTOS		N° DE HOJAS		INFLORESCENCIA	
	Altura cm	Peso Seco g	N°	Peso Seco g	Planta	Brote	N°	Peso Seco g
5	2.5 (0.29)	0.005	-	-	-	-	-	-
10	8 (1.40)	0.021	-	-	4 (0.75)	-	-	-
15	14.57 (1.64)	0.087 (0.015)	-	-	6 (0.89)	-	-	-
25	19.32 (0.60)	0.234 (0.059)	2 (0.50)	0.098 (0.016)	9 (0.83)	4 (0.70)	1	0.080 (0.023)
35	20.15 (1.70)	0.223 (0.018)	6 (0.75)	0.224 (0.025)	10 (1.14)	6 (0.89)	2 (0.15)	0.231 (0.084)
45	20.00 (1.14)	0.212 (0.037)	8 (1.05)	0.253 (0.090)	9 (0.89)	7 (0.54)	3 (0.54)	0.451 (0.089)
55	-	0.130 (0.028)	10 (1.25)	0.456 (0.095)	9 (0.20)	8 (1.00)	5 (0.90)	0.222 (0.027)
65	-	0.130 (0.035)	12 (1.06)	0.777 (0.115)	-	9 (0.98)	7 (0.50)	0.294 (0.030)
75	-	0.115 (0.025)	12 (1.20)	0.788 (0.095)	-	10 (0.90)	7 (1.10)	0.330 (0.040)

DDST : Días después de la siembra del tubérculo.

Los números entre paréntesis representan la desviación estandar de la estimación.

CUADRO 2. Dinámica del crecimiento de la parte subterránea del Cyperus rotundus

DDST	RAICES		RIZOMAS		BULBOS BASALES		TUBERCULOS		
	Peso Seco g	Longitud cm	Peso Seco g	N°	Longitud cm	N°	Peso Seco g	N°	Peso Seco g
5	-	0.60 (0.05)	-	-	-	-	-	-	-
10	0.006 (0.002)	8 (1.10)	-	-	-	-	-	-	-
15	0.018 (0.008)	7.4 (1.04)	0.005	1	2.7 (0.073)	-	-	-	-
25	0.109 (0.055)	24.7 (2.26)	0.036 (0.007)	4	12.45 (1.45)	3 (0.55)	0.130 (0.085)	-	-
35	0.147 (0.033)	27.4 (1.67)	0.059 (0.015)	5	14.30 (2.30)	7 (1.3)	0.302 (0.095)	-	-
45	0.238 (0.038)	38.8 (2.54)	0.118 (0.032)	7	30.94 (3.25)	9 (0.84)	0.521 (0.0130)	2 (0.25)	0.105 (0.058)
55	0.288 (0.047)	40 (2.80)	0.167 (0.034)	9	36.54 (4.05)	12 (1.52)	0.688 (0.150)	8 (0.095)	0.259 (0.032)
65	0.343 (0.055)	48.4 (1.27)	0.224 (0.053)	12	43 (3.19)	16 (2.11)	1.200 (0.100)	13 (1.10)	1.264 (0.125)
75	0.359 (0.062)	60 (2.73)	0.256 (0.036)	16	55.9 (2.69)	17 (1.08)	1.230 (0.136)	21 (1.50)	1.450 (0.175)

DDST : Días después de la siembra del tubérculo.

Los números entre paréntesis son la desviación estandar de la estimación.

CUADRO 3. Capacidad reproductiva del Cyperus rotundus.

PARTE VEGETAL	DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA DEL TUBERCULO		
	30	60	90
Número de brotes/72x10 ⁻³ m ²	6 (0.87)	14 (1.05)	11 (1.25)
Número de inflorescencias/72x10 ⁻³ m ²	1	7 (1.50)	6 (0.10)
Peso seco del follaje + Inflorescencia g/72x10 ⁻³ m ²	0.475 (0.073)	1.85 (0.11)	0.956 (0.09)
Número de tubérculos/20x10 ⁻³ m ³	-	12 (1.14)	29 (1.40)
Número de bulbos basales/20x10 ⁻³ m ³	8 (0.95)	15 (1.09)	20 (2.50)
Peso seco de tubérculos g/20x10 ⁻³ m ³	-	0.810 (0.06)	1.658 (0.13)
Peso seco de bulbos basales g/20x10 ⁻³ m ³	0.199 (0.066)	0.875 (0.10)	1.272 (0.15)
Peso seco de rizomas g/20x10 ⁻³ m ³	0.042 (0.009)	0.187 (0.02)	0.500 (0.09)
Peso seco de raíces g/20x10 ⁻³ m ³	0.127 (0.012)	0.320 (0.245)	0.450 (0.06)
Longitud de rizomas m/20x10 ⁻³ m ³	0.131 (0.014)	0.370 (0.03)	0.650 (0.02)
Longitud de raíces m/20x10 ⁻³ m ³	0.185 (0.0211)	0.530 (0.020)	0.685 (0.03)
Peso seco total parte subterránea g/20x10 ⁻³ m ³	0.368 (0.055)	0.187 (0.118)	3.880 (0.28)

Los números en paréntesis son la desviación estandar de la estimación.