



MODELADO DEL FLUJO DE EMERGENCIA DE *Conyza bonariensis* “RAMA NEGRA”

Trabajo final de graduación para obtener el título de Ingeniero Agrónomo

Autores:

LLULL, PAULA LUCRECIA
PATURLANNE, MARÍA EUGENIA

Director/a:

Dra. Lic. CARLA E. SUÁREZ
Ecología Vegetal y Biología de la FA

Codirector/a:

Dra. Ing. Agr. JORGELINA C. MONTOYA
EEA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas”, INTA

Evaluadores:

Dr. Ing. Agr. ERNESTO F.A MORICI
Ecología Vegetal de la FA

Ing. Agr. JOSÉ SOSA
Terapéutica Vegetal y Sanidad Vegetal de la FA

FACULTAD DE AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA
Santa Rosa (La Pampa) - Argentina 2018

INDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN	5
Hipótesis	8
Objetivo general	8
Objetivos específicos	8
MATERIALES Y MÉTODOS	9
La especie	9
Área de muestreo	11
Flujo de emergencia	13
Descripción del modelo	14
Validación del modelo	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
Flujo de emergencia	16
El modelo	19
CONSIDERACIONES FINALES	22
AGRADECIMIENTOS	23
BIBLIOGRAFÍA	24
ANEXO	28

RESUMEN

Conyza bonariensis, es una especie ruderal que se presenta en gran parte del área agrícola del país y del mundo. En la Argentina se han clasificado alrededor de 23 especies de las cuales en la región semiárida y subhúmeda pampeana es común hallar dos variedades: *Conyza bonariensis* var. bonariensis y var angustifolia. El objetivo general del siguiente trabajo fue ajustar parámetros de humedad y temperatura al Modelo Hidrotermal para dicha especie en la Región Semiárida Pampeana. Los sitios de muestreo fueron fijados en la Estación Experimental del INTA Anguil y en el establecimiento La Armonía. Los muestreos de plántulas se realizaron en microparcelas fijas de 0.25 m² (n: 12; N: 24) aproximadamente cada 10 días durante la estación de crecimiento de la especie. Se utilizó el modelo Soil Temperature and Moisture Model (STM²) que simula la dinámica hídrica y temperatura edáfica. Para predecir los patrones de emergencia de las plántulas, los valores de porcentaje de emergencia acumulado se compararon con los tiempos hidrotermales utilizados con la función de Weibull.. Para la validación del modelo se utilizó un set de datos independiente. Para determinar el grado de ajuste entre las emergencia predichas y observadas se utilizó la raíz cuadrada del cuadrado medio del error (RMSE). La emergencia acumulada de plántulas de rama negra presentó un número creciente de individuos. El flujo de emergencia se dio, principalmente, en otoño y primavera. El modelo presentó un adecuado ajuste. La ecuación obtenida permitió describir el comportamiento esperado de esta maleza en el contexto local-regional. El tiempo hidrotermal acumulado de la primera emergencia (z) es un parámetro de utilidad como alerta temprana. A partir del valor de 600 estimado estaría indicando que están dadas las condiciones de humedad y temperatura para el inicio de la emergencia de la maleza en la zona.

Palabras claves

Sistema de alarma, modelo predictivo, emergencia de plántulas, *Conyza* sp.

ABSTRACT

Conyza bonariensis, is a ruderal species that occurs in much of the agricultural area of the country and the world. In Argentina, around 23 species have been classified, of which, in the semi-arid and sub-humid pampa region, two varieties are common: *Conyza bonariensis* var. *bonariensis* and var *angustifolia*. The general objective of the following work was to adjust humidity and temperature parameters to the Hydrothermal Model for this species in the semi-arid Pampean region. The sampling sites were set at the INTA Anguil Experimental Station and the La Armonía field. The samplings of seedlings were made in fixed microparcelas of 0.25 m² (n: 12; N: 24), during the growing season of the species, approximately every 10 days. For the modeling of the emergency flow of the species, the Microclimatic STM2 model was used, which predicts soil temperature and humidity. For the validation of the model, an independent data set was used. To compare what was observed in the field with what was estimated in the model, the statistical measure RMSE was used. The accumulated emergence of black branch seedlings presented an increasing number. Emergency flow mainly occurred in the fall and spring. The model presented an adequate adjustment. The equation obtained allowed us to describe the expected behavior of this weed in the local-regional context. A useful parameter as an alert is the hydrothermal time of the first emergency (z). From the estimated value of 600, it would be indicating that the humidity and temperature conditions for the beginning of the emergence of the weeds in the area are given.

Key words

Alarm system, predictive model, emergency dynamics, *Conyza* sp

INTRODUCCIÓN

Desde siempre el hombre comprendió que las malezas causaban cuantiosas pérdidas en los cultivos, por lo que dedicó mucho tiempo, esfuerzo y recursos en combatirlos (Metzler *et al.*, 2013). Dentro de las transformaciones que se dieron en los sistemas de producción el descubrimiento del glifosato llevó a la conformación de paquetes tecnológicos que junto con la siembra directa generaron importantes ventajas desde el punto de vista productivo (Pietrarelli *et al.*, 2015). Sin embargo, también trajeron aparejados cambios en las comunidades de malezas tanto en la composición florística como en la densidad en respuesta a la modificación del ambiente. Una de las problemáticas emergentes es el proceso de selección de malezas tolerantes y resistentes. En este contexto se consideran tolerantes a aquellas malezas que tienen la capacidad natural de soportar la dosis de un herbicida al que nunca antes fueron susceptibles, debido a características que le son propias (Papa *et al.*, 2004). Por otra parte, las malezas resistentes son las que tienen la capacidad heredable de sobrevivir y reproducirse después de la aplicación de una dosis de herbicida, que era letal para la población original. La resistencia se genera por la eliminación de los biotipos susceptibles de la maleza al herbicida, determinando el aumento en la frecuencia de los biotipos resistentes preexistentes en la población (Papa *et al.*, 2004).

Actualmente no se puede encarar la problemática de malezas con medidas o estrategias aisladas, sino que deben enmarcarse dentro de un conjunto de técnicas que permitan prevenir y contener su aparición y no pensar solamente en la eliminación de las mismas en el corto plazo (Metzler, 2015).

Una de las malezas que más se ha incrementado en las últimas campañas es *Conyza bonariensis*, muy relevante, además, en cultivos extensivos (Montoya, 2016). La misma es una

especie ruderal que se encuentra en banquinas de caminos, huertas y jardines. Su ciclo es anual y sus principales flujos de emergencia se producen durante el otoño (Bellón, 2010) sin embargo también hay emergencia primaveral, el estado vegetativo es invierno-primaveral, y florece durante la primavera-inicios de verano (Ustarroz & Rainero, 2012; Marzocca, 1976). Su reproducción es por semillas (Bellón, 2010)

Se presenta en gran parte del área agrícola del país y del mundo, este género también posee otras especies de origen sudamericano. En la Argentina se han clasificado alrededor de 23 especies (Aapresid, 2011) de las cuales en la región semiárida y subhúmeda pampeana es común hallar dos variedades: *Conyza bonariensis* (var. bonariensis y var. angustifolia) (Montoya, 2013).

Presenta una distribución actual de más de 8 millones de ha en la pampa húmeda y sigue en expansión (Montoya, 2013). Afecta la finalización del ciclo de cultivos de invierno, de cultivos de verano y pasturas; siendo particularmente difícil de controlar en el marco de los cultivos de verano porque en ese momento ya se encuentra en estadios reproductivos más o menos avanzados. Se han detectado disminuciones de rendimiento en soja de 10 a 40 % en infestaciones medias (Frene, 2014), pudiendo ser aún mayores.

Se considera que varios atributos biológicos asociados a la correcta identificación, la escases de rotaciones, el monocultivo de soja, la falta de monitoreo y el inadecuado uso de herbicidas debido al uso casi exclusivo de un solo modo de acción, explican el hecho de que esta especie se haya constituido en un problema creciente en sistemas de producción bajo siembra directa (Metzler *et al.*, 2013).

El amplio período en el cual encuentra condiciones propicias para crecer y desarrollarse es un factor que dificulta su manejo (Montoya, 2016). Es por ello, que es necesario conocer los

flujos de emergencia de esta especie. Estudios realizados en la zona de Anguil han demostrado dos períodos durante los cuales esta especie alcanza los requerimientos de humedad, temperatura para germinar y establecerse en los lotes; existiendo en general dos momentos de emergencia, uno durante el mes de julio y otro, durante el mes de octubre (Montoya, 2016).

Los flujos de emergencia se pueden pronosticar a partir de información sobre contenido de propágulos del banco de semillas del suelo y factores climáticos, y a partir de herramientas de predicción en tiempo real que permiten optimizar la toma de decisiones relacionadas con aplicación de medidas de control. Actualmente se está trabajando en el desarrollo de modelos predictivos de la emergencia de las malezas. A tal fin se han desarrollado dos grandes grupos de modelos: modelos mecanicistas y modelos empíricos.

Los modelos mecanicistas están basados en procesos fisiológicos que afectan la dormición de las semillas. Mientras que los modelos empíricos predicen el patrón de emergencia de la maleza. La mayoría de estos modelos están basados en la relación del porcentaje acumulado de emergencia con el tiempo cronológico, tiempo termal (grados días) o tiempo hidrotermal. Los modelos basados exclusivamente en el tiempo cronológico han resultado con poca capacidad predictiva, debido a que no incluyen factores relevantes para la emergencia de las malezas como son la humedad y la temperatura del suelo. Los modelos que incorporan uno o varios factores, como los modelos termales e hidrotermales, han demostrado ser buenas herramientas predictivas que son utilizados como sistemas de alarma (Schutte *et al.* 2008; Spokas & Forcella, 2009; Gonzalez-Andújar, 2010; Damiano *et al.*, 2010).

Estos últimos modelos permiten ajustar las estrategias de manejo, como la intervención con herbicidas residuales o postemergentes, definiendo fechas de siembra de los cultivos. La posibilidad de predecir la emergencia de las malezas contribuiría a optimizar el periodo de las

operaciones de control, manejando la eficacia de las estrategias de las mismas y reduciendo el uso de herbicidas.

Hipótesis

El Modelo Hidrotermal es una herramienta útil para la toma de decisiones en el manejo de *Conyza bonariensis*.

Objetivo general

Ajustar el Modelo Hidrotermal para la especie *Conyza bonariensis* en la Región Semiárida Pampeana.

Objetivos específicos

- Cuantificar los flujos de emergencia de la especie durante la estación de crecimiento.
- Describir mediante el uso del Modelo Hidrotermal la dinámica de emergencia de *Conyza bonariensis*.
- Validar el Modelo Hidrotermal.

MATERIALES Y MÉTODOS

La especie

Conyza bonariensis (L.) Cronquist (“rama negra”, “mata negra”, “vira vira”, “yerba carnífera”, “carnífera”, “melena de viejo”, “yerba de la vida”, “coniza”, “sanguinaria”, “peludilla”) pertenece a la familia de las Compuestas (Fig. 1 y 2). (Troiani & Steibel, 2008).

Su hábito de crecimiento es erecto, con tallos ramificados en su parte media, verdes grisáceos, pubescentes, de 30 a 80 cm de altura. Presenta hojas alternas, muy pubescentes, las basales rosuladas, oblanceoladas con el margen lobulado a entero, de 6 a 12 cm de longitud y 1 a 3 cm de ancho; las superiores lineales, gradualmente menores.

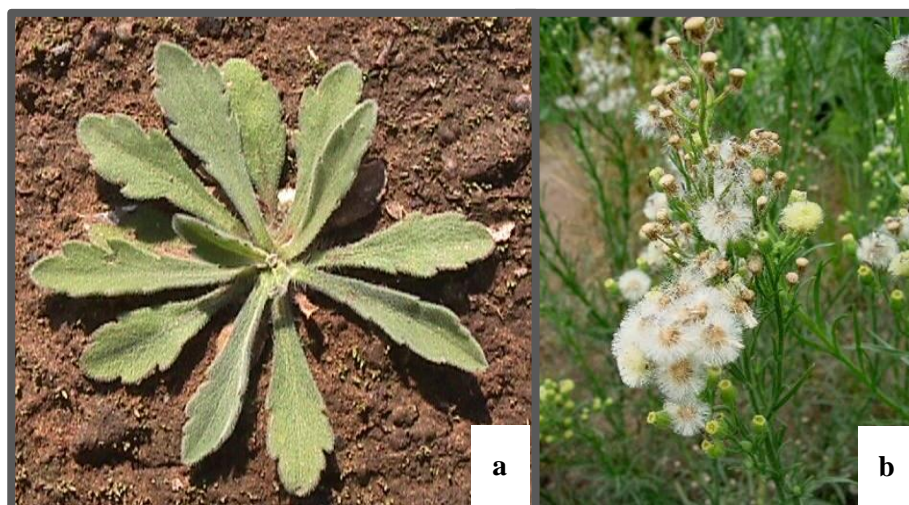


Fig.1 *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist. a) Estado de roseta y b) Planta en floración-fructificación-diseminación.



Fig.2 Aquenios y plántulas de *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist (a y b, respectivamente).

Fuente: Agro Slide Bank¹

Los capítulos están ordenados en pseudo-corimbos muy laxos, con involucreo hemisférico de 4 a 5 mm de largo y 5 a 7 mm de diámetro, formado por brácteas lineales, pubescentes. Presenta flores blancas, dimorfas, las tubulosas centrales y en número de 15 a 20, más cortas que las flores filiformes que son marginales y muy numerosas. Los aquenios son oblongos, comprimidos y con el margen engrosado, pubescentes, de 1,5 a 2 mm de largo, con papus blanco o amarillento, piloso (Fig. 2 a) (Troiani & Steibel, 2008).

En cuanto a su ciclo de vida, esta especie es anual aunque puede comportarse como bienal, dependiendo de las características del ambiente. Las semillas requieren luz, adecuado contenido de humedad en el suelo y temperaturas entre 10 y 25 °C para germinar, siendo la temperatura base de germinación de 4,2 °C (Zinzolker *et al.*, 1985).

¹ <https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=imgres&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi2-M2n84LcAhXBx1kKHcx2DHYQjB16BAgBEAQ&url=http%3A%2F%2Fasb.com.ar%2Fmalezas%2Fdicotiledoneas%2Fasteraceae%2Frama-negra%2F&psig=AOvVaw1kxxVTz1FMo7xqVYW8Rni-&ust=1530706255227803>

Área de muestreo

Los sitios de muestreo fueron fijados en la Estación Experimental del INTA Anguil ubicado en las coordenadas -36.538845, -63.989236, y en el establecimiento La Armonía, ubicado en las coordenadas -36.57669,- 64.139249 (Fig. 3).

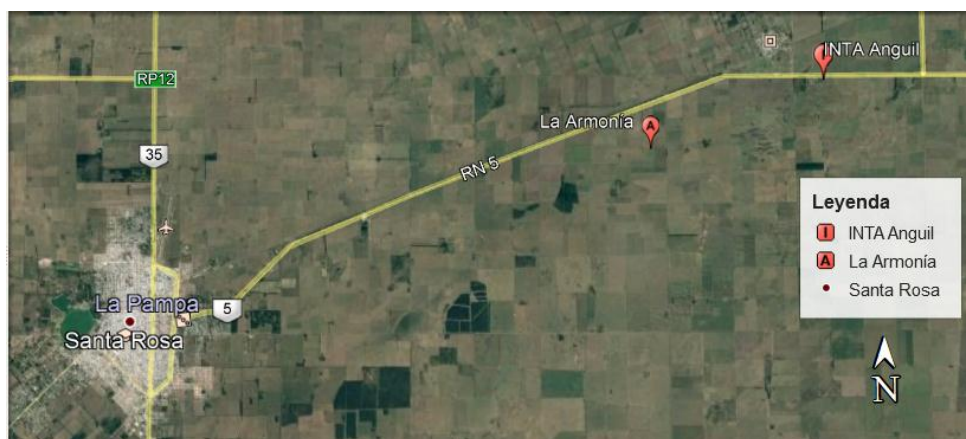


Fig.3 Sitios de los muestreos. Estación Experimental del INTA Anguil y establecimiento La Armonía

En la Tabla N°1 se presenta una breve caracterización de los principales aspectos edáficos de ambos sitios de muestreo (Laboratorio de la EEA Anguil) y en las tablas N° 2 y N°3 los balances hídricos correspondientes a los años 2007/2013 (Laboratorio de la EEA Anguil) para la EEA Anguil del INTA y en el establecimiento La Armonía, respectivamente.

Tabla N°1. Caracterización de algunos aspectos edáficos de los sitios de muestreo en el INTA Anguil y en el establecimiento La Armonía (L.A.). Referencias: ID (Identificación del lote y año), Prof. (profundidad en cm), MO (materia orgánica), Alto/Bajo (nivel de cobertura expresado en % de residuo de rastrojos de maíz o sorgo), T (Lote La Tablada), SD (siembra directa) y LC (labranza convencional).

ID	Año	Sitio	Lote	Prof.	Arena %	Limo %	Arcilla %	MO %
2	2007/2008	INTA	La T (SD)	0-10	61,60	30,7	7,7	2,78
3	2008/2009	INTA	3 (SD)	0-10	49,64	38	12,36	2,1
5	2011/2012	L. A.	3 (SD)	0-20	68,00	20	12	1,94
6	2012/2013	L. A.	3 (LC)	0-20	68,00	20	12	1,94
7	2012/2013	L. A.	4 (SD)	0-20	68,00	20	12	1,94

Tabla N°2. Precipitación mensual y total anual para el INTA-Anguil. Años 2007-2012.

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Anual
2007	111,7	99,3	133,8	28,5	3	7,3	3,7	4,9	177,2	59,8	82	15,6	726,8
2008	157,1	99,8	13,2	1	12,5	27,9	13,1	16,1	34,3	99,9	45,7	102,4	623
2009	8,1	81,1	65,5	9,1	23,9	0	7,1	0	71,6	17,8	112,7	66	462,9
2010	98,9	200,9	426	11	2,5	13,8	7,9	1	152	50,3	37,2	48	1049,5
2011	217,8	15,3	101	140	18,5	8,3	28	11,3	2,5	67,9	132	39,2	781,8
2012	72,5	162	47,5	74	13	0	0	149	20	211	101	117	967

Tabla N°3. Precipitación mensual y total anual para el establecimiento La Armonía. Años 2007-2012.

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Anual
2007	73	119	142	19	0	6	2	14	118	66,5	115	47	721,5
2008	162	124	24	0	12	28	8	21	33	102	61	114,5	689,5
2009	9	69,5	54	22	23	0	4	0	61	21	93	80	436,5
2010	103,5	161	299	11	4	7	11	0	152	79	55	30	912,5
2011	210,5	20,5	96	129	7	8	37	15	4	89	136	40	792
2012	92	162	47,5	74	13	0	0	149	20	211	101	154	1023,5

Flujo de emergencia

Los relevamientos del flujo de emergencia de la especie se realizaron entre los años 2007 y 2013. La base de datos se construyó con la información proveniente de cuatro muestreos en La Armonía y dos muestreos en la Estación Experimental del INTA Anguil.

En los sitios de muestreo se establecieron 12 microparcels fijas de 0.25 m² (n: 12; N: 24). Durante la estación de crecimiento de la especie se realizaron muestreos destructivos (cada aproximadamente 10 días) contando las plántulas emergidas. Cabe mencionar que para el sitio de La Armonía, años 2012/2013 (ID6, ID7) se contó con datos de flujo de emergencia también para los meses de febrero a junio. En términos de la aplicación del modelo, esta información debió fragmentarse en dos fases (fase 1 y fase 2) para que todos los muestreos contaran con el mismo tipo de datos, permitiendo una comparación, y además porque la función Weibull permite realizar una sola curva por pool de datos.

Descripción del modelo

Para la modelación del flujo de emergencia de la especie *Conyza bonariensis*, se utilizó el modelo microclimático STM², que predice la temperatura y humedad del suelo. Los datos requeridos son; ubicación geográfica (latitud, longitud y altitud), información meteorológica diaria (temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación diaria), y la caracterización general del suelo (composición textural y contenido de materia orgánica) (Schutte *et al.*, 2008; Spokas & Forcella, 2009). Los datos se corrieron anualmente a partir del mes de enero para que el programa alcance a estabilizar el contenido de humedad y la temperatura edáfica.

Los datos de dinámica hídrica y temperatura edáfica a 2 cm de profundidad fueron utilizados para calcular los tiempos hidrotermales (HTT). El potencial hídrico base del suelo para la emergencia utilizado fue de 1500 kPa, y la temperatura base utilizada en este trabajo fue 4.2 °C. El HTT acumulado fue utilizado como variable independiente en la función de Weibull que permitió estimar la emergencia acumulada (1).

$$\text{Ecuación de Weibull: } Y = M\{1-\exp[-K(HHT-Z)^c]\} \quad (1)$$

Donde Y es el porcentaje de acumulación en la emergencia, M es la asíntota, K es la tasa de aumento, H_{HT} es el tiempo hidrotermal, z es el tiempo hidrotermal de la primer emergencia y c es el parámetro de forma de la curva.

Dentro de los parámetros el valor de temperatura base que se utilizó es 4,2°C (Zinzolker *et al.*, 1985) y se utilizó 2 cm de profundidad de suelo.

Validación del modelo

Los datos correspondientes al muestreo: ID 1, 2007/2008 de La Armonía (Lote 11, Siembra Directa) se utilizaron para la validación del modelo. La tabla 4 sintetiza la información de algunos aspectos edáficos de este sitio.

Tabla N°4. Caracterización de algunos aspectos edáficos del sitio ID 1 de muestreo en el establecimiento La Armonía (L.A.). Referencias: ID (Identificación del lote y año), Prof. (profundidad en cm), MO (materia orgánica), SD (siembra directa).

ID	Año	Sitio	Lote	Prof.	Arena %	Limo %	Arcilla %	MO %
1	2007/2008	L. A	11 (SD)	11	56	32	12	2,15

Para comparar lo observado a campo con lo estimado en el modelo, se utilizó la medida estadística RMSE; raíz cuadrada de la varianza, el valor más bajo del RMSE indica que el modelo se ajustará mejor. Los parámetros de la ecuación de Weibull se ajustaron al sistema por regresión -.no lineal- en SAS (SAS Institute Inc., 1999) que utilizó el algoritmo Gauss-Newton.

$$RSME = \sqrt{1/n \sum_{i=1}^n (x1 - y1)^2}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Flujo de emergencia

La emergencia acumulada de plántulas de rama negra presentó un número creciente (Tabla N°5). Esto podría deberse no sólo cambios en los sistemas de producción sino también a que hubo muy bajos registros de precipitación durante el invierno (ver Tablas N°2 y N°3).

Tabla N°5. Emergencia acumulada de plántulas de *Conyza bonariensis* para cada uno de los sitios de muestreo. Referencias: ID (Identificación del lote y año), T (Lote La Tablada), SD (siembra directa) y LC (labranza convencional).

ID	Año	Sitio	Lote	Periodo	Emerg. acum. (pl/ha)
2	2007/2008	INTA	La T (SD)	Jul-Oct	53.333
3	2008/2009	INTA	3 (SD)	Jul-Oct	70.000
5	2011/2012	L. A.	3 (SD)	Jul-Nov	10.230.000
6	2012/2013	L. A.	3 (LC)	Feb-Dic	1.465.000
7	2012/2013	L. A.	4 (SD)	En-Dic	2.140.000

Los datos de flujo de emergencia para el sitio La Armonía ID6 (LC) e ID7 (SD) 2012-2103 presentaron un comportamiento diferente con dos picos de emergencia marcados en el transcurso del año: para la fase 1 las máximas emergencias se presentaron en los meses de marzo, siendo mayor (con una diferencia de más del 50%) en el ID6 (LC). Este alcanzó una emergencia acumulada del 66,72%. En la fase 2, el ID7 presentó una mayor emergencia de plántulas acumuladas entre los meses de mayo y junio (72,92%). Luego el flujo de emergencia

fue semejante para ambos tratamientos siendo más concentrado en los meses de noviembre-diciembre (Fig.4).

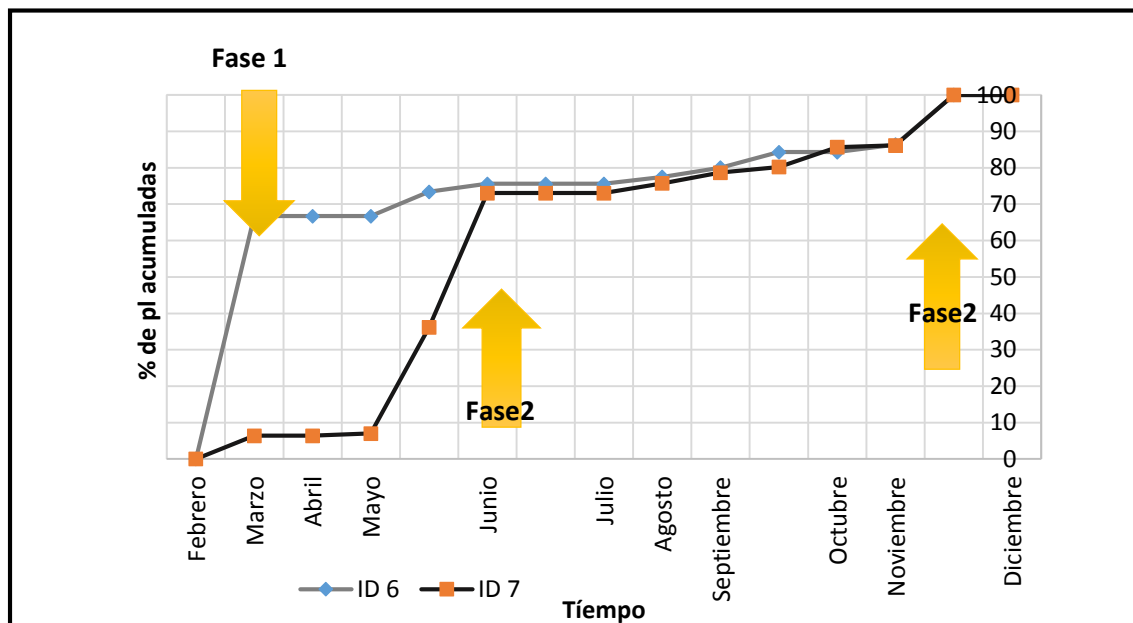


Fig.4. Plántulas acumuladas (%) en función a los meses del año 2012/2 013 de los ID 6 (f1 y f2) e ID7 (f1y f2).

Para los restantes tratamientos, se identificaron dos tipos de dinámica de emergencia de plántulas. Por un lado el grupo conformado por el ID5 e ID2 presentó un mayor % de plántulas emergidas acumuladas entre los meses de julio y agosto; por el otro, el ID3 inició la emergencia mucho más tarde y la mantuvo en los meses de octubre (Fig. 5).

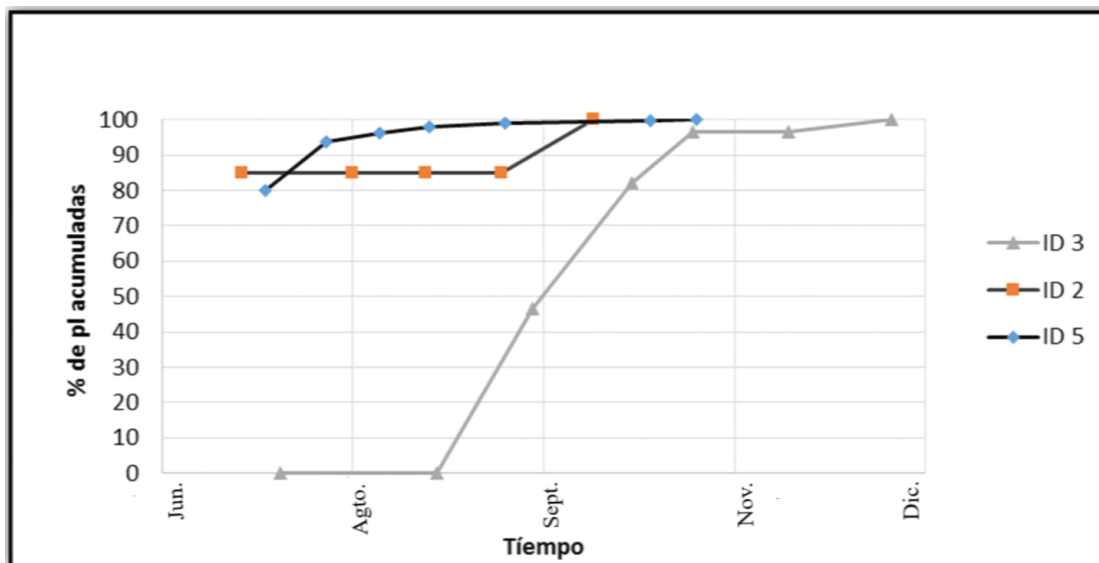


Fig.5. Plántulas acumuladas (%) en función a los meses del año 2012/2013 para los ID 2,3,5.

De acuerdo a Bradford (2002) las especies de *Conyza* germinan en «flujos», determinados por una acumulación de temperatura por encima del umbral y de acuerdo a la tasa de desbloqueo de la dormición de las semillas. En este sentido diversos estudios en Argentina han demostrado dos períodos de emergencia, a principios del otoño y otro a principios de primavera. Así Metzler *et al* (2013) en Urdinarráin y Paraná, Entre Ríos, registraron una emergencia en la mayoría de los meses del año con un mayor flujo en los meses de octubre, /noviembre/ diciembre y abril/mayo/ junio. En este mismo sentido Montoya (2013) para la zona de Anguil, La Pampa, observó también picos en los meses de julio y octubre. Todos estos resultados coinciden con los hallados en el presente trabajo.

Las diferencias interanuales dentro del mismo sistema de labranza pueden deberse a los requerimientos de humedad al momento de la germinación y posterior implantación. *Conyza bonariensis* es una maleza versátil que puede germinar bajo un amplio rango de condiciones (Buhler & Owen, 1997; Shrestha *et al.*, 2008). Y es de destacar que presenta tolerancia a la

sequía y tiene una rápida dispersión por ello tiene capacidad de recuperación luego de períodos adversos (Laviatatta; 2011).

Por otra parte la diferencia observada en el ID6 e ID7 en cuanto a la emergencia es de especial interés para su manejo. Al respecto, autores como Wu *et al.*, 2007; Metzler *et al.*, 2013, han observado una alta correlación entre la disminución de labranzas y el aumento en la densidad de *Conyza bonariensis*. Asimismo, Wu *et al.* (2007) consideran que los disturbios generados por la labranza convencional son suficientes para alterar el ciclo de vida de la maleza y principalmente interferir en la dinámica del banco de semillas bloqueando la germinación.

El modelo

De las cinco series de datos de flujos de emergencia, dos de ellos presentaron una dinámica bifásica el ID6 e ID7, por lo cual, para el empleo de la ecuación de Weibull fue necesario desdoblar estas series de datos en fase 1 y fase 2; de este modo se lograron adecuados ajustes (Tabla N°6, Fig. 6).

En cuanto al HTT de la primera emergencia (z) valores entre 600 y 650 lograron un buen ajuste de la ecuación. El ID3 presentó un bajo valor de z (230) que podría explicarse debido al registro de bajas precipitaciones en el otoño invierno 2008, por lo cual fue excluido de la modelación (Fig. 6).

Tabla N°6. Parámetros utilizados para la modelación. Referencias: ID (Identificación del lote), M (asíntota), K (Tasa de aumento), z (tiempo hidrotermal de la primera emergencia), c (forma de la curva), Θ_{HT} (tiempo hidrotermal), T_b (temperatura base), Ψ_b (potencial base), RMSE (raíz cuadrada de la varianza).

ID	Parámetros de la función de Weibull				θ_{HT}		RMSE (%)
	M	z	k	c	T_b (°C)	Ψ_b (kPa)	
2	100	650	0.0343	0.8652	4.2	-1500	0.4
3	100	230	0.0011	1.25	4.2	-1500	11.44
5	100	650	3 10E-7	2.4553	4.2	-1500	0.58
6 (f1)	100	600	0.0105	0.704	4.2	-1500	4.63
6 (f2)	100	600	0.1964	0.3531	4.2	-1500	7.71
7 (f1)	100	600	0.1005	0.0187	4.2	-1500	0.17
7 (f2)	100	600	0.0475	0.5242	4.2	-1500	5.13

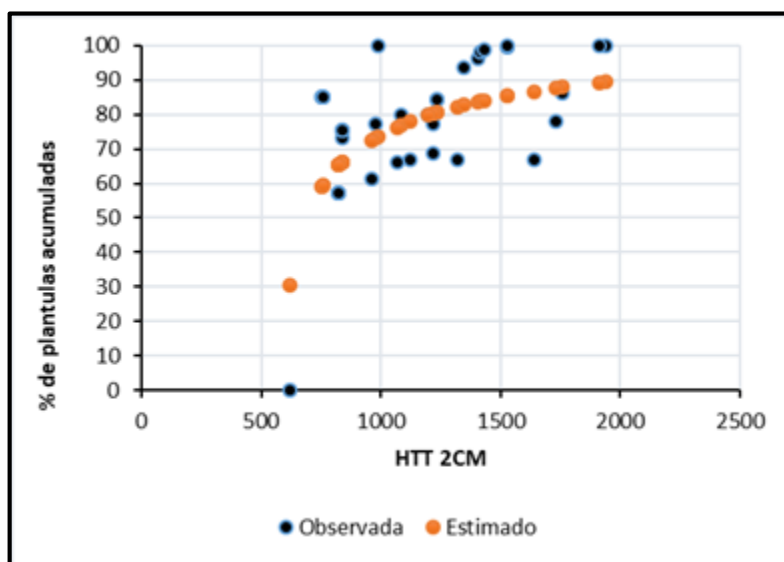


Fig.6. Descripción de la emergencia acumulada de plántulas observada y estimada mediante el modelo de Weibull, en función de los HTT para los tratamientos ID 2, ID 5, ID 6 f1 y f2, ID 7 f1 y f2.

Referencias: HTT, tiempo hidrotermal.

La ecuación del modelo (Tabla N°7) fue validada con un set de datos independientes (Fig. 7). Se obtuvo un grado de ajuste adecuado entre las emergencias acumuladas de plántulas predichas y observadas alcanzando un RMSE = 16,04. En los trabajos de modelación los buenos ajustes presentan valores cercanos. Aritz Royo-Esnal *et al.* (2010) obtuvo valores de un RMSE entre 7% y 13,4% para *Galium sp.*; Schutte *et al.* (2008) indican rangos de 8 a 9,5% para

Ambrosia trifida y Roman *et al.* (2000) para *Chenopodium album* obtuvo un rango entre 6.5 y 37.1%.

Tabla N°7. Parámetros utilizados para la modelación. Referencias: ID (Identificación del lote), M (asíntota), K (Tasa de aumento), z (tiempo hidrotermal de la primera emergencia), c (forma de la curva), Θ_{HT} (tiempo hidrotermal), T_b (temperatura base), Ψ_b (potencial base), RMSE (raíz cuadrada de la varianza).

	M	z	K	C	T_b	Ψ_b	RMSE
Curva de ajuste	100	600	0,1072	0,4227	4,2	-1500	16,04

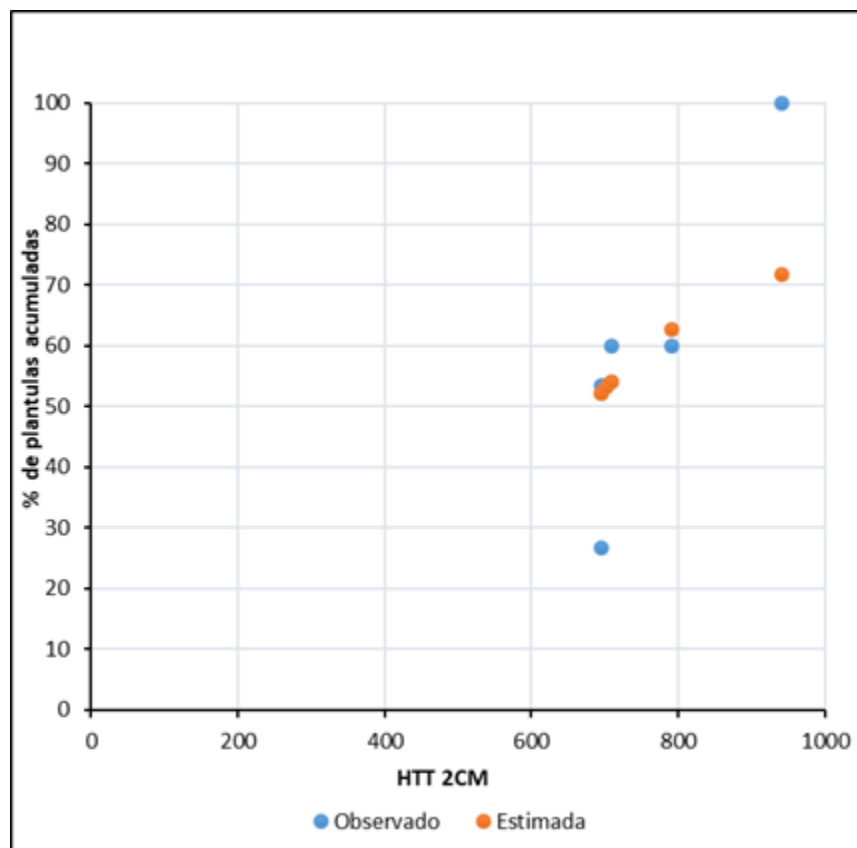


Fig.7. Predicción de la emergencia acumulada de plántulas por el modelo de Weibull, en función de los HTT (ID1). Referencias: HTT, tiempo hidrotermal acumulado.

CONSIDERACIONES FINALES

- El flujo de emergencia principalmente se dio en otoño y primavera.
- El modelo presentó un adecuado ajuste para la emergencia de un set de datos independientes.
- Esta ecuación permite describir el comportamiento esperable de esta maleza en el contexto local-regional. En este sentido, un parámetro de utilidad como alerta es el tiempo hidrotermal de la primera emergencia (z). A partir del valor de 600 estimado estaría indicando que están dadas las condiciones de humedad y temperatura para el inicio de la emergencia de la maleza en la zona.
- El modelo desarrollado constituye una aproximación predictiva promisorio de la dinámica de emergencia de *Coryza bonariensis* para la asistencia en la toma de decisiones agronómicas, contribuyendo a optimizar el manejo de esta especie.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras de esta Tesis de Grado le agradecen a la directora, Dra. Lic. CARLA E. SUÁREZ Cátedra de Ecología Vegetal y Biología de la FA y Codirector/a: Dra. Ing. Agr. JORGELINA C. MONTOYA EEA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas”, INTA, por el aporte de datos y su entera dedicación que hicieron posible la realización de estos análisis.

A nuestros padres por habernos estimulado y apoyado durante el largo camino recorrido.

Es de destacar la vinculación mediante la cual el INTA Anguil ha prestado una significativa colaboración en cuanto a aporte de datos, así también como la realización de los ensayos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aapresid. 2011. Manejo de malezas problema: rama negra.
<http://www.aapresid.org.ar/rem/category/publicacionesrem/>
- Bellón D. 2010. Emergencia y control de rama negra (*Conyza bonariensis*) (L.) Cronq. Trabajo final de grado para optar al título de ingeniero agrónomo. Villa María, Córdoba (AR): Universidad Nacional de Villa María Instituto A.P. ciencias básicas y aplicadas. 30 p.
- Bradford K.J. 2002. Applications of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy. *Weed Science*, 50, 248-260.
- Buhler D.D. & M.D.K. Owen. 1997. Emergence and Survival of Horseweed (*Conyza canadensis*). *Weed Science*, 45, 98-101.
- Damiano F., R.L. López, M.R. Vigna & R.C. Moschini. 2010. Evaluación del modelo microclimático del suelo STM2 para estudios de emergencia de plántulas de Avena fatua. I Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras Azul, Buenos Aires, Argentina. 24/09/2010.
- Frene R. Capítulo XXV. 2014. En: Malezas e invasoras de la Argentina-tomo I: Ecología y manejo (Eds. Fernández O; Leguizamón E. & Acciaresi H). pp 731-747. Bahía Blanca: Editorial de la Universidad Nacional del Sur. Ediuns.
- García Torres L. 1997. Control de malas hierbas en el laboreo de conservación. *En Agricultura de Conservación: Fundamentos Agronómicos, Medioambientales y Económicos*. L. García Torres y P. González Fernández (eds.) Asoc. Española de Laboreo de Conservación/Suelos vivos, Córdoba, España. pp. 105 – 126.

- Gonzalez Andujar J.L. 2010. Modelo de emergencia de malezas. En: El malezólogo. Edición especial. Ponencias presentadas en el XIII Congreso de la Sociedad Venezolana para el Combate de Malezas. Pp. 43-49.
- Laviatatta N. 2011. Preocupación por la rama negra. LA NACION. <https://www.lanacion.com.ar/1339645-preocupacion-por-la-rama-negra> (08/01/2011).
- Marzocca A. 1976. Manual de malezas. 3ª edición ampliada y actualizada por O.J. Marisco y O. Del Puerto. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 564 p.
- Metzler M., E. Puricelli & J.C. Papa. 2013. Manejo y control de rama negra. Sitio web INTA Paraná. http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-_rama_negra-_manejo_y_control.pdf 17/06/2013.
- Metzler M. 2015. El Manejo Integrado de Malezas (MIM). Manejo y control de malezas, INTA Paraná. Revista Red de Innovadores, Aapresid. <http://www.aapresid.org.ar/blog/el-manejo-integrado-de-malezas-mim/> 26/02/2015.
- Montoya J. C. 2016. Malezas en el cultivo de girasol: estrategias de manejo y control. Boletín de Divulgación Técnica 114. EDICIONES INTA Centro Regional La Pampa-San Luis. EEA INTA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas” 40 pp.
- Montoya J.C. 2013. Manejo de Rama Negra. En Producir XXI, (255): 22-30. Sitio Argentino de Producción Animal. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/162-rama_negra.pdf.
- Owen M.D.K. 1992. Theory and practice: weed management in no tillage soybean. Proc. Crop Prod. Prot. Conf. Iowa State Univ. 4: 91 – 96.

- Papa J.C.M., J.C. Felizia & A.J. Esteban. 2004. Tolerancia y Resistencia a Herbicidas. Centro Regional Santa Fe. Rosario. 6 p. Sitio Argentino de Producción Animal <http://www.produccion-animal.com.ar/>.
- Pietrarello L., H. Leguía & L. Fontanini. 2015. Efecto de las transformaciones tecnológicoproductivas de sistemas agrícolas en la región central de Córdoba, en su agrobiodiversidad y eficiencia energética. Memoria del V Congreso Latinoamericano De Agroecología. Córdoba. 7 p.
- Ríos A., A. García, P. Caulin, V. Mailhos & G. San Román. 2008. Comunidades florísticas asociadas a los sistemas de siembra directa en Uruguay. Seminario Internacional “VIABILIDAD DEL GLIFOSATO EN SISTEMAS PRODUCTIVOS SUSTENTABLES”. Serie de actividades de difusión 554. INIA. p. 96-112.
- Roman E.S., S.D. Murphy & C.L. Swanton. 2000. Simulation of *Chenopodium album* seedling emergence. *Weed Sci.* 48:217–224.
- Royo Esnal A., J. Torra, J.A. Conesa, F. Forcella & J. Recasens. Modeling the Emergence of Three Arable Bedstraw (*Galium*) Species. *Weed Science* (2010) (58): 10–15.
- SAS INSTITUTE INC. 1999. SAS online doc. Statistics. Version 8 (TS M0). SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Schutte B.J., E.E. Regnier, K. Harrison, J.T. Schmoll, K. Spokas & F. Forcella. 2008. Emergence model for giant ragweed. A Hydrothermal Seedling Emergence Model for Giant Ragweed. *Weed Science* 2008. 56:555-560.
- Shrestha A., B.D. Hanson & K.J. Hembree. 2008. Glyphosate-resistant hairy fleabane (*Conyzabonariensis*) documented in the Central valley. *California Agriculture*. 62(3):

116-119.

Spokas K. & F. Forcella. 2009. Software Tools for Weed Seed Germination Modeling. *Weed Science* 57:216-227.

Troiani H.O. & P.E. Steibel. 2008. Reconocimiento de Malezas. Región Subhúmeda y Semiárida Pampeana. Colegios de ingenieros agrónomos de La Pampa (CIALP). Versión digital (CD).

Ustarroz D. & H.P. Rainero. 2012. Control de *Conyza bonariensis* “rama negra” durante el barbecho. INTA Cartilla Digital Manfredi. <http://inta.gob.ar/documentos/control-de-conyza-bonariensis-201crama-negra201d-durante-el-barbecho> 25/02/2012.

Wu H., S. Walker, M. Rollin, D. Yuen Tan, G. Robinson & J. Werth. 2007. Germination, persistence and emergence of flaxleaf fleabane (*Conyzacanariensis* [L.] Cronquist). *Weed Biology and Management*. (7): 192-199.

Zinzolker A., J. Kigel & B. Rubin. (1985). Effects of environmental factors on the germination and flowering of *Conyza albida*, *C. bonariensis* and *C. canadensis*. *Phytoparasitica*, 13(3), 229-230.

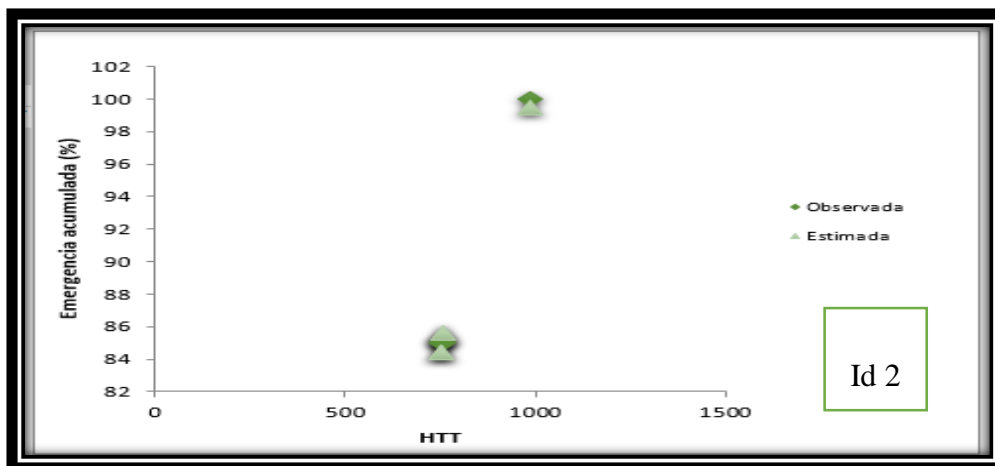
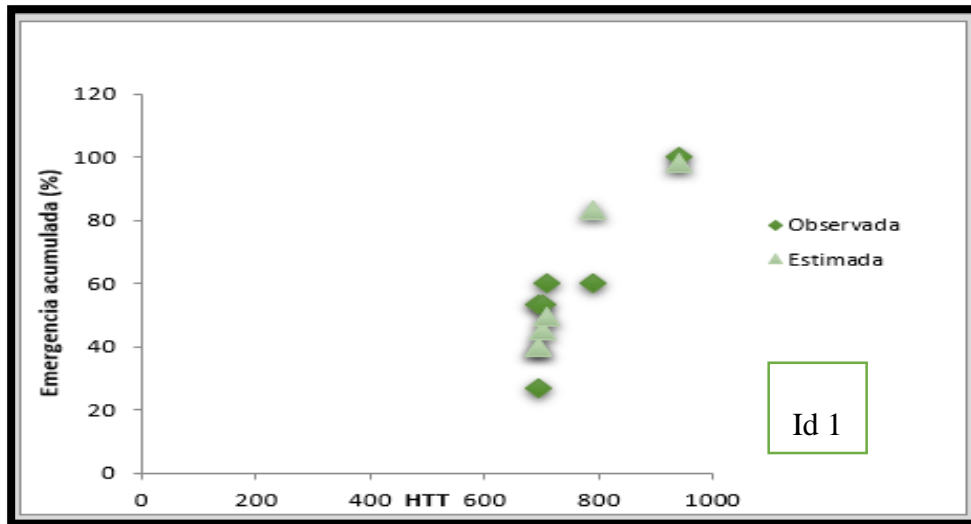
ANEXO

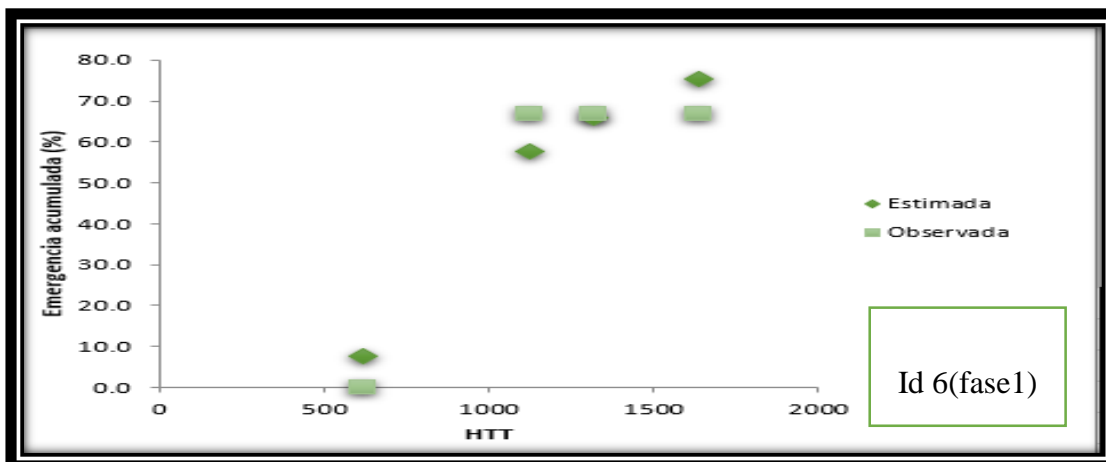
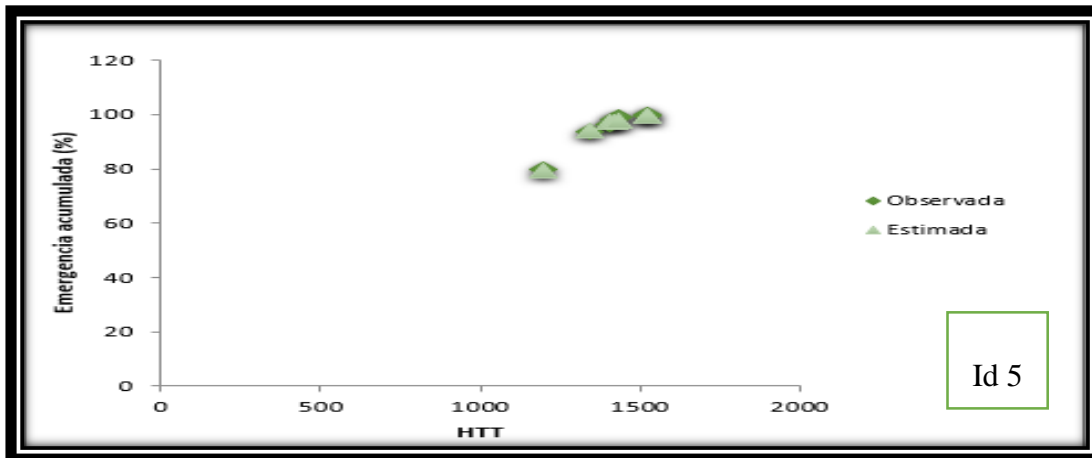
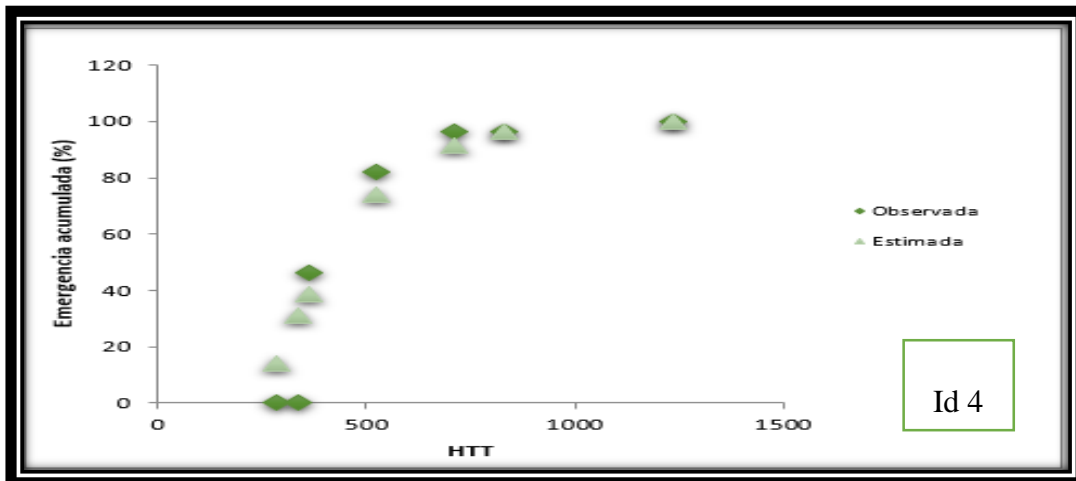
Tabla 1) Datos de flujo de emergencia de plántulas acumuladas, % de plántulas acumuladas y período bajo analisis.

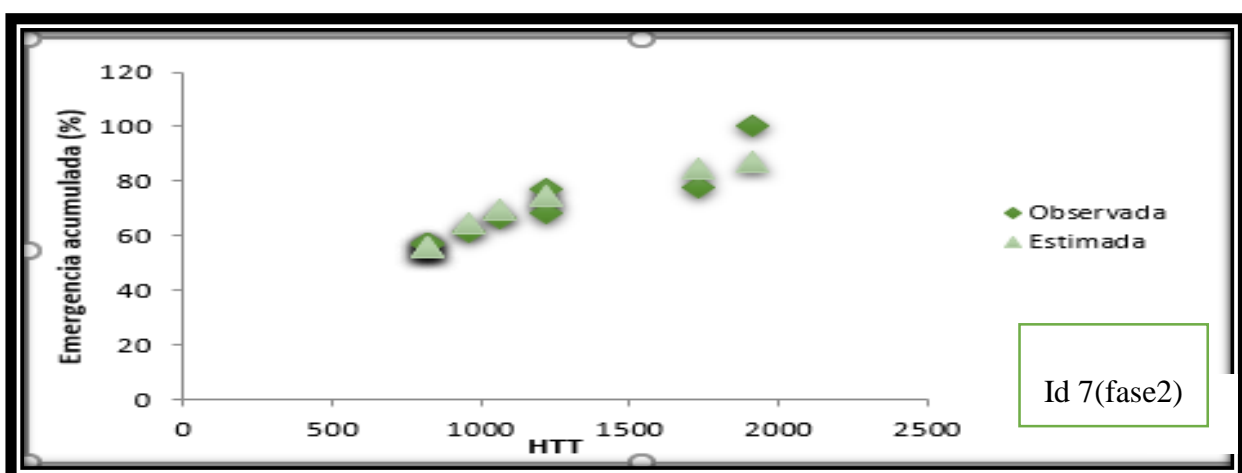
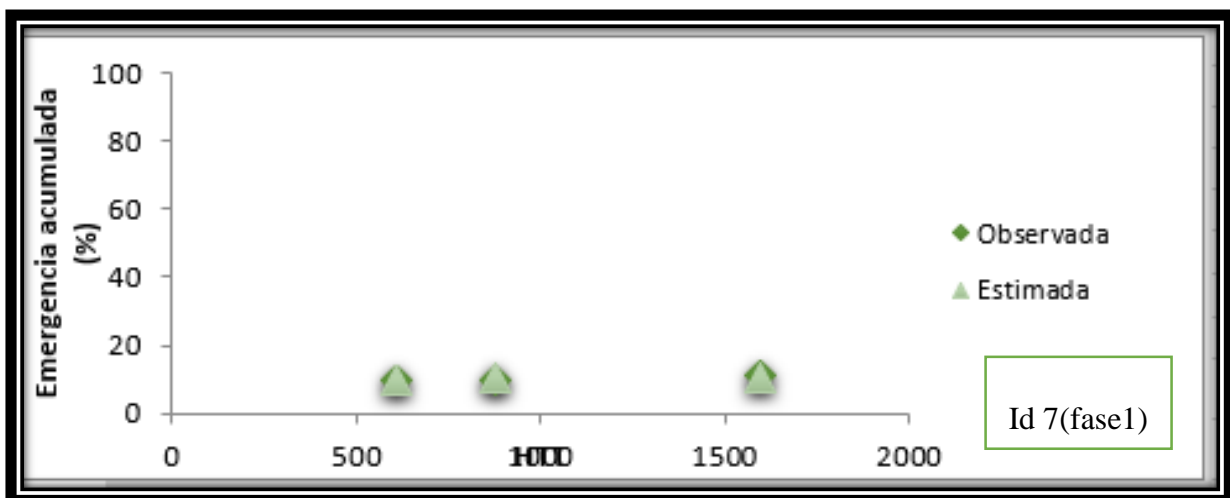
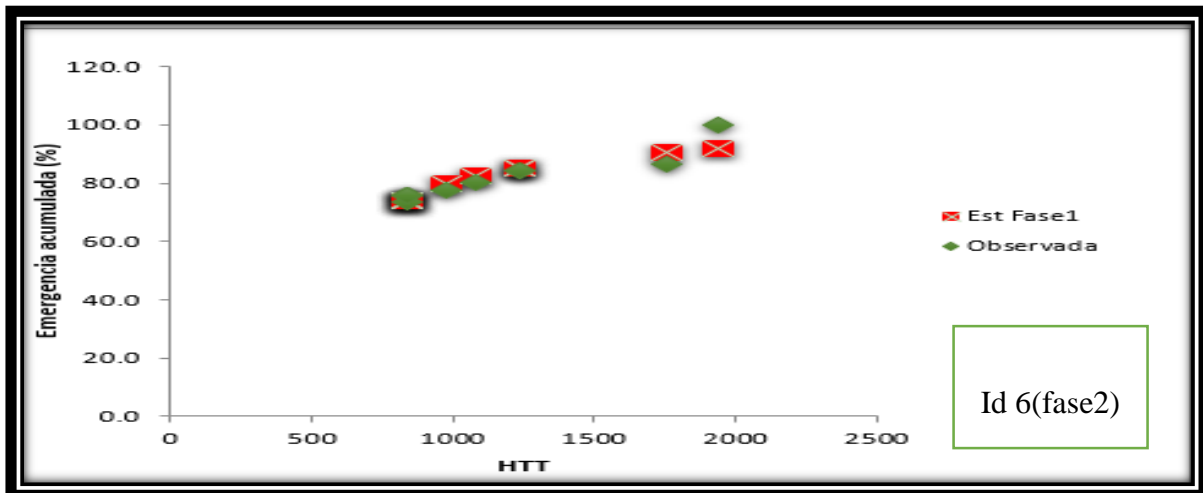
ID1	Periodo	04-jul	13-jul	25-jul	22-ago	21-sep	04-oct		
	%pl acum	26,6666667	53,3333333	53,3333333	60	60	100		
	PI acum.	10000	20000	20000	22500	22500	37500		
ID2	Periodo	05/07/2017	03/08/2017	22/08/2017	11/09/2017	05/10/2017			
	%pl acum	85	85	85	85	100			
	PI acum.	85	170	255	355	355			
ID3	Periodo	15/07/2017	25/08/2017	19/09/2017	15/10/2017	31/10/2017	25/11/2017	22/12/2017	
	%pl acum	0	0	46,4285714	82,1428571	96,4285714	96,4285714	100	
	PI acum.	0	0	32500	57500	67500	67500	70000	
ID4	Periodo	03/09/2017	16/09/2017	02/10/2017	24/10/2017				
	%pl acum	4,54545455	4,54545455	68,1818182	100				
	PI acum.	2500	2500	37500	55000				
ID5	Periodo	11/07/2017	27/07/2017	10/08/2017	23/08/2017	12/09/2017	20/10/2017	01/11/2017	
	%pl acum	79,9608993	93,6135549	96,1876833	97,979798	98,9247312	99,6089932	100	
	PI acum.	8180000	9576666,67	9840000	10023333,3	10120000	10190000	10230000	
ID6	Periodo	15/02/2017	12/03/2017	11/04/2017	11/05/2017	28/05/2017	08/06/2017	26/06/2017	30/07/2017
	%pl acum	0	66,7235495	66,7235495	66,7235495	73,3788396	75,5972696	75,5972696	75,5972696
	PI acum.	0	977500	977500	977500	1075000	1107500	1107500	1107500
			22/08/2017	05/09/2017	21/09/2017	04/10/2017	13/11/2017	30/11/2017	14/12/2017
			77,4744027	80,0341297	84,3003413	84,3003413	86,3481229	100	100
			1135000	1172500	1235000	1235000	1265000	1465000	1465000
ID7	Periodo	05/01/2017	15/02/2017	01/03/2017	08/05/2017	28/05/2017	08/06/2017	26/06/2017	30/07/2017
	%pl acum	0	6,38629283	6,38629283	7,00934579	36,1370717	73,0529595	73,0529595	73,0529595
	PI acum.	0	136666,667	136666,667	150000	773333,333	1563333,33	1563333,33	1563333,33
			22/08/2017	05/09/2017	21/09/2017	04/10/2017	13/11/2017	30/11/2017	14/12/2017
			75,7009346	78,6604361	80,2180685	85,6697819	86,1370717	100	100
			1620000	1683333,33	1716666,67	1833333,33	1843333,33	2140000	2140000

Fuente: Datos obtenidos de la Estación Experimental del INTA Anguil y establecimiento La Armonía.

Fig 1) Ajuste del modelo STM2.







En cada uno de los id (1, 2, 3, 5, 6 (fase1 y 2), 7(fase 1 y 2) lo que se muestra es el ajuste del modelo que nos permitio poder ajustar lo Obsevado con lo Estimado.

Tabla 2)

	Observada	HTT 2 cm	Estimado	Diff ²	RMSE
				1490	15.760353
ID1	26.6666667	694.97	52.0	643.6	
ID1	53.3333333	694.97	52.0	1.7	
ID1	53.3333333	702.34	53.2	0.0	
ID1	60	708.98	54.1	34.8	
ID1	60	791.14	62.7	7.6	
ID1	100	940.99	71.7	802.7	
				7469	16.0482817
ID2	85	751	59.1	671.3	
ID2	85	751	59.1	671.3	
ID2	85	756	59.6	645.4	
ID2	85	756	59.6	645.4	
ID2	100	987	73.6	698.8	
ID6	73.3788396	836	66.0	54.1	
ID6	75.5972696	836	66.0	91.7	
ID6	75.5972696	836	66.0	91.7	
ID6	75.5972696	836	66.0	91.7	
ID6	77.4744027	975	73.1	19.2	
ID6	80.0341297	1083	76.8	10.4	
ID6	84.3003413	1236	80.6	13.5	
ID6	84.3003413	1236	80.6	13.5	
ID6	86.3481229	1758	87.9	2.5	
ID6	100	1941	89.5	111.1	
ID7	57.2831126	825	65.3	64.0	
ID7	57.2845755	825	65.3	64.0	
ID7	57.2845755	825	65.3	64.0	
ID7	57.2845755	825	65.3	64.0	
ID7	61.482045	962	72.6	122.9	
ID7	66.1733344	1067	76.3	102.9	
ID7	68.6424341	1217	80.2	134.0	
ID7	77.2842829	1217	80.2	8.6	
ID7	78.0250128	1730	87.7	92.9	
ID7	100	1910	89.2	116.1	
ID6	0	618	30.5	929.8	
ID6	66.7235495	1124	78.0	126.3	
ID6	66.7235495	1317	82.2	239.9	
ID6	66.7235495	1639	86.7	400.4	
ID5	79.96	1197	79.8	0.0	
ID5	93.61	1345	82.7	118.9	
ID5	96.18	1406	83.7	155.6	
ID5	97.97	1418	83.9	198.3	
ID5	98.92	1432	84.1	219.7	
ID5	99.6	1526	85.4	201.7	
ID5	100	1526	85.4	213.3	

	Observada	HTT 2 cm
ID6	0	618
ID6	66.7235495	1124
ID6	66.7235495	1317
ID6	66.7235495	1639
ID7	10.1233087	612
ID7	10.1233087	880
ID7	11.1	1593

Finalmente lo que se hizo fue tomar los set de datos de los id (2,3,5,6 (fase 1 y 2), 7(fase 1 y 2)). Para poder llegar a una única ecuación, que nos permita ajustar los datos tomados a campo.