

# Aplicación integral de herbicidas mediante selector en cultivos de cacao en Sucumbíos - Ecuador

Greace Viviana Guamán Ilvis<sup>1\*</sup>  Marcelo David Andrade Yarpas<sup>1</sup>  Pablo Danilo Carrera Oscullo<sup>2</sup> 

Miguel Ángel Taco Ugsha<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Universidad Estatal Amazónica, Sede Sucumbíos, Nueva Loja EC210150, Ecuador

<sup>2</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana, Research Group YASUNI-SDC, El Coca EC220202, Ecuador

<sup>3</sup> Universidad Central del Ecuador, Quito EC170145, Ecuador

✉ Correspondencia: [vivigeo1894@hotmail.com](mailto:vivigeo1894@hotmail.com)  + 593 93 926 8386

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj520018>

**Resumen:** La flora arvense o maleza limita el rendimiento en la producción agrícola del cacao (*Theobroma cacao*). Sin embargo, dentro de los agroecosistemas también se encuentran arvenses nobles benéficas para el sistema agrícola y el medioambiente, lo cual hace necesario un control de arvenses selectivo e integral. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de varios herbicidas aplicados con un selector de arvenses en el control de especies agresivas en plantaciones de cacao. La experimentación se realizó en la parroquia Jambellí, provincia de Sucumbíos. Previamente, se caracterizaron las especies de arvenses *in-situ* para después aplicar los herbicidas con el selector; estos fueron: dicloruro de paraquat, glifosato de isopropilamina y glufosinato de amonio, todos a una concentración del 10% v/v y conforme a un diseño completamente al azar (DCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones. El control de vegetación arvense se evaluó acorde a la escala de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) con muestras tomadas acorde al método del cuadrante (1m x 1m). Los resultados obtenidos en la caracterización de la población arvense indicaron que las familias botánicas con mayor dominancia fueron: Poaceae (32 %), Cyperaceae (8 %), Euphorbiaceae (8 %) y Rubiaceae (8 %). Para el control de arvenses agresivas se determinó que los tratamientos con mayor eficacia fueron los de glufosinato de amonio (68.63 %) y glifosato de isopropilamina (64.62 %), mientras que el tratamiento de menor eficacia fue el de dicloruro de paraquat (45.78 %). La aplicación de herbicidas con la herramienta selectora de arvenses es una técnica eficaz e integral aplicable en cultivos de cacao.

**Palabras claves:** Amazonía ecuatoriana, control de arvenses, malezas de cacao, Lago Agrio, *Theobroma cacao*.



**Cita:** Guamán Ilvis, G. V., Andrade Yarpas, M. D., Carrera Oscullo, P. D., & Taco Ugsha, M. Á. (2022). Aplicación integral de herbicidas mediante selector en cultivos de cacao en Sucumbíos - Ecuador. Green World Journal, 5(2), 17.

<https://doi.org/10.53313/gwj52018>

**Received:** 28/May/2022

**Accepted:** 04/July/2022

**Published:** 09/July/2022

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.  
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

## Comprehensive application of herbicides by selector in cocoa crops in Sucumbíos - Ecuador

**Abstract:** Weeds limit yields in cocoa (*Theobroma cacao*) agricultural production. However, within agroecosystems there are also noble weeds that are beneficial to the agricultural system and the environment, which makes selective and comprehensive weed control necessary. The objective of this research was to evaluate the effect of several herbicides applied with a weed selector in the control of aggressive species in cocoa plantations. The experiment was carried out in the parish of Jambelí, province of Sucumbíos. Previously, the weed species were characterized *in-situ* and then the herbicides were applied with the selector; these were: paraquat dichloride, isopropylamine glyphosate and glufosinate ammonium, all at a concentration of 10% v/v and according to a completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 4 replicates. The control of arvense vegetation was evaluated according to the Latin American Weed Association (ALAM) scale with samples taken according to the quadrat method (1m x 1m). The results obtained in the characterization of the weed population indicated that the botanical families with the greatest dominance were: Poaceae (32 %), Cyperaceae (8 %), Euphorbiaceae (8 %) and Rubiaceae (8 %). For the control of aggressive weeds, it was determined that the most effective treatments were glufosinate ammonium (68.63 %) and isopropylamine glyphosate (64.62 %), while the least effective treatment was paraquat dichloride (45.78 %). The application of herbicides with the weed selector tool is an effective and integral technique applicable to cocoa crops.

**Keywords:** Ecuadorian Amazon, weed control, cocoa weed, Lago Agrio, *Theobroma cacao*.

### 1. Introducción

El cacao (*Theobroma cacao*) es un fruto tropical de origen sudamericano en forma de mazorca, sus granos son ricos en carbohidratos, lípidos, proteínas y otros compuestos fenólicos y alcaloides de purina que influyen en el sabor de chocolate [1]. El cacao ecuatoriano ha sido muy cotizado a nivel internacional, por lo que el sector cacaotero ecuatoriano exportó USD 815.5 millones en el año 2020, lo que lo convierte en el primer exportador de cacao en grano en América y el cuarto en el mundo [2]. El principal país de destino del cacao ecuatoriano en el año 2020 fue Estados Unidos con compras por USD 198 millones [3]. Estas características beneficiosas han inducido en la producción de variedades de cacao fino, por lo que es importante que los agricultores tecnifiquen cada vez más el manejo y producción de sus siembras.

Dentro del cultivo de cacao, el manejo de arvenses o malezas es fundamental para lograr una producción económicamente rentable [4]. Las arvenses son todas las plantas herbáceas que crecen de manera silvestre y conviven con los cultivos [5]. Se caracterizan por tener semillas de abundante producción y de alta dispersión. Las arvenses siempre surgen en los cultivos y esto es un motivo de preocupación debido a que pueden llegar a afectar el rendimiento del cultivo, sobre todo si se vuelven invasoras y difíciles de erradicar [6]. De acuerdo a las funciones que éstas cumplen dentro de un medio agrícola, se clasifican como arvenses nobles o agresivas [5,7].

Las arvenses nobles son aquellas que tienen un rol benéfico para los cultivos, ya que tienen un crecimiento rastrero y de raíz superficial, por lo que pueden formar una cobertura vegetal que protege al suelo de las lluvias y de la erosión [8]. En cambio, las arvenses agresivas son las plantas no deseadas que pueden tener efectos negativos en los resultados de la producción [6] y debido a sus características de adaptación, pueden invadir espacios y competir con los cultivos por los recursos presentes en el sitio como: agua, luz, nutrientes, espacio y CO<sub>2</sub> [8]. Además, llegan a ser hospederas de plagas como la mosquilla del cacao (*Monalonium dissimulatum*) y de enfermedades como la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) que pueden afectar la producción de los cultivos [9,10].

El control y manejo de las arvenses agresivas tiene la finalidad de evitar la competencia directa con el cultivo, ya que limitan el crecimiento normal de las plántulas de cacao [5,11]. El enfoque actual para el control de arvenses agresivas se basa principalmente en métodos químicos y mecánicos. El control químico emplea herbicidas, entre los que se destacan el glifosato de isopropilamina y glufosinato de amonio, por ser considerados productos sistémicos y de amplio espectro [12]. En cambio, el control mecánico utiliza herramientas como guadaña, machete o azadón para desyerbar el sitio, eliminando todo tipo de arvenses [13]. Si bien, estas prácticas de control resultan ser efectivas, las mismas generan una preocupación debido a que pueden generar impactos negativos en el ambiente y por ende la destrucción del suelo, ya que inciden de manera perjudicial sobre sus propiedades físico-químicas y biológicas [14].

En la búsqueda de alternativas para controlar las arvenses agresivas con un uso racional de herbicidas, el uso del selector de arvenses es una opción a considerar, puesto que es una herramienta diseñada para la aplicación de herbicidas sistémicos postemergentes de manera selectiva sobre las arvenses agresivas, esto con el propósito de generar cobertura vegetal con las arvenses nobles o de interferencia muy baja [15,16]. Del empleo de esta herramienta se generan los siguientes beneficios: aumento de la cobertura vegetal con las arvenses nobles, aumento de la materia orgánica, incremento biológico de micro y macro organismos, disminución de la erosión, optimización del uso de herbicidas, disminución del consumo de agua y reducción del riesgo de contaminación ambiental debido a que disminuye el goteo del herbicida sobre la superficie de la tierra [11,16].

El uso del selector para el control de arvenses ha sido común en las plantaciones de café y cacao durante muchos años en Colombia [16], y recientemente, temas de interés como: rescatar la naturaleza, desarrollo sostenible, cambio climático y empoderamiento al campesino, han estimulado el interés en la utilización racional de herbicidas con tecnologías innovadoras para el cuidado del ambiente [17]. De igual forma, Andrade [18] sugiere el empleo del selector de arvenses como una alternativa para el control de arvenses agresivas en cultivos de café y cacao en Ecuador.

Las prácticas agroecológicas constituyen alternativas novedosas que contribuyen a la sustentabilidad de agroecosistemas y manejo de recursos naturales. Su objetivo es desarrollar agroecosistemas con una dependencia baja de agroquímicos e insumos energético. Estas prácticas deben permitir un manejo sustentable y eficaz para combatir una diversidad de padecimientos fitosanitarios en el cacao como moniliasis, mazorca negra y escoba de bruja, factores que causan pérdidas hasta en un 60 % de la producción [19]. Por lo tanto, la implementación de una herramienta como el selector de arvenses constituye una alternativa que contribuye a la optimización de pesticidas y al uso nulo de combustibles fósiles que se emplean comúnmente en las bombas fumigadoras mecánicas. Además, se promueven las interacciones tróficas que benefician al agroecosistema, lo cual ayuda a la regeneración de la fertilidad del suelo [20,21].

Con base al contexto anterior y debido a la escasez de estudios sobre el uso del selector para el control de arvenses en Ecuador, se planteó la presente investigación con el objetivo de evaluar el efecto de varios herbicidas aplicados con un selector en el control de arvenses agresivas en un cultivo de cacao en la parroquia Jambelí, provincia de Sucumbíos. Previamente, se identificaron a nivel de especies las arvenses presentes en el cultivo y se estimó su diversidad alfa. Esta investigación busca brindar herramientas orientadas a aumentar la eficacia y el uso racional de los herbicidas, para lograr un mejor control de arvenses agresivas, esto sin provocar una alerta ambiental debido a impactos negativos contra el suelo, agua y organismos. Se espera también que esta investigación aporte al sector agrícola, ya que, al hacer un mejor empleo de los herbicidas con

nuevas herramientas para su aplicación, se garantiza beneficios ecológicos y económicos para el agricultor y el ambiente.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Área de estudio

El estudio se realizó en la finca “La Esperanza” ubicada en el km 22 de la parroquia Jambelí, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos (ver Figura 1). El área de estudio se caracteriza por tener una precipitación anual de 3,321 mm [22], una temperatura promedio de 23.9 °C y una altitud media de 660 msnm [23], una humedad relativa del 90 % y suelos de textura franco arcilloso de poca profundidad con un drenaje moderado y niveles de materia orgánica variables [24]. Estas características la hacen apta para el cultivo de cacao [25], el cual es uno de los cultivos con mayor relevancia en las zonas tropicales y es el producto que más se cultiva en el cantón Lago Agrio, con el 40 % de representatividad entre los principales cultivos permanentes y transitorios [24].

La finca está constituida por ocho ha, de las cuales una se destinó al desarrollo del trabajo experimental. Sus coordenadas geográficas decimales son 0.11823596175986141 de latitud y -77.07515822381228 de longitud. Se trabajó en una plantación de cacao de cinco años de edad, a una distancia de siembra de 4 m x 4 m, en la que se encontraron 384 plantas de cacao.

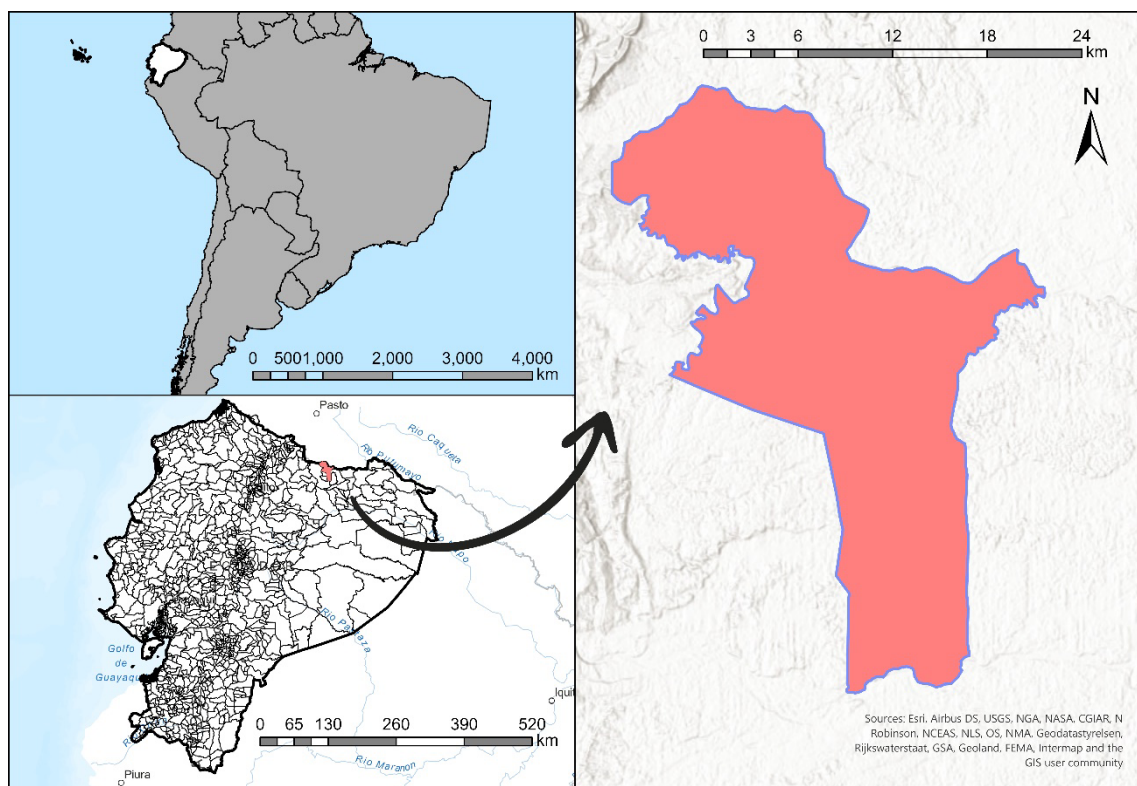


Figura 1. Ubicación del área experimental en la parroquia Jambelí, Sucumbíos.

### 2.2 Métodos

La metodología se divide en tres partes. En la primera parte se describe el diseño experimental que se utilizó para aplicar los diferentes herbicidas con el selector a las arvenses del cacao. En la segunda parte se describe cómo se caracterizaron taxonómicamente las arvenses presentes en el sitio de estudio, previo a la aplicación de los herbicidas. Finalmente, en la tercera parte se describe cómo se determinó el porcentaje de control de las arvenses agresivas, 28 días después de la aplicación de los tratamientos.

### 2.2.1 Diseño Experimental

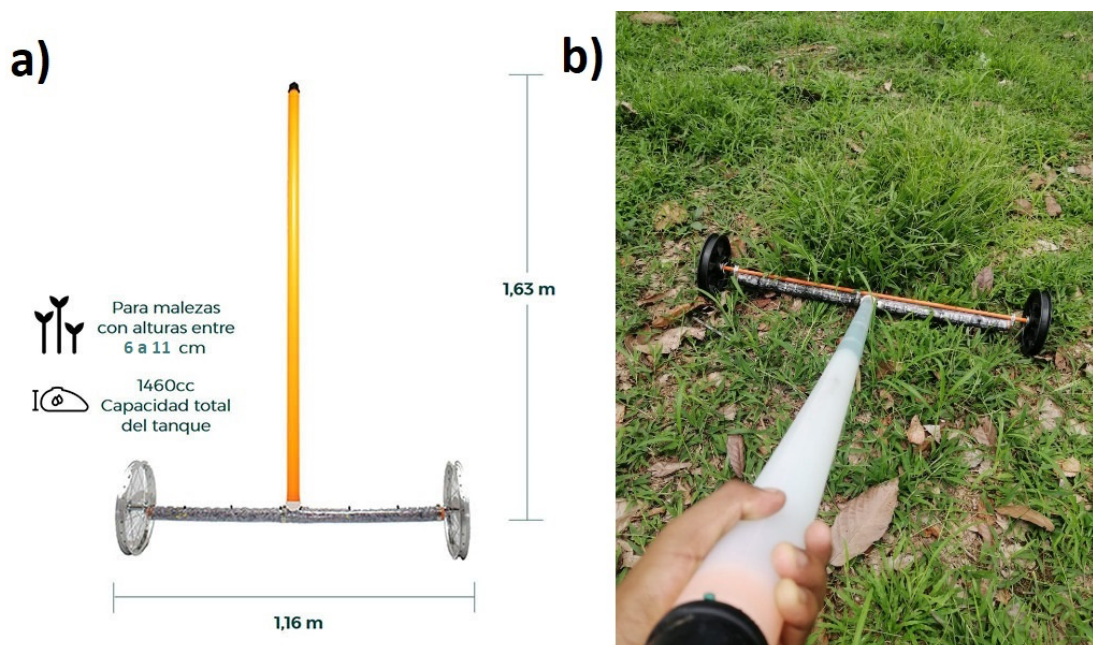
Se evaluó el efecto de varios herbicidas aplicados con un selector en el control de arvenses agresivas. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. El factor tratamiento es el tipo de herbicida y la variable de respuesta es el porcentaje de control de arvenses agresivas. Los tratamientos evaluados se detallan en la Tabla 1. El análisis estadístico se realizó con el programa estadístico InfoStat versión 2020 a un nivel de confianza del 95 %.

**Tabla 1.** Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamientos		Dosis de herbicida
T0	Testigo	Sin herbicida
T1	Dicloruro de paraquat	10 % v/v
T2	Glifosato de isopropilamina	10 % v/v
T3	Glufosinato de amonio	10 % v/v

El área de estudio se dividió en 16 parcelas y los tratamientos se asignaron al azar a cada una de las parcelas (cada tratamiento se asignó a 4 parcelas). Las parcelas tenían 14 m de largo por 14 m de ancho y en cada una se encontraron 16 plantas de cacao. Entre cada parcela la distancia de separación fue de 2 m. Durante el desarrollo del proyecto, los cultivos no recibieron ningún tipo de fertilizante, sólo se hizo una poda sanitaria, donde se eliminaron las mazorcas enfermas y chupones. Posteriormente, se efectuó un corte de uniformidad en toda la zona de estudio, con la finalidad de establecer un tamaño parejo entre toda la comunidad de arvenses de 20 cm de altura aproximadamente.

Para la aplicación de los herbicidas se utilizó el selector de arvenses o “trapeo agrícola” de la marca Soagro que tenía 116 cm de ancho, ruedas de 11 cm de diámetro y una capacidad de almacenamiento de 1460 mL (ver Figura 2). De acuerdo a la recomendación de la casa comercial, la concentración de los herbicidas fue del 10 % v/v.



**Figura 2.** (a) Selector de arvenses (b) Aplicación de herbicidas. **Fuente:** Adaptado de Soagro [26]



### 2.2.2 Determinación de diversidad alfa de arvenses

Previo a la aplicación de los tratamientos, se caracterizaron las especies de arvenses presentes en el sitio. Para el muestreo de las arvenses se utilizó el método del lanzamiento de cuadrados recomendado por Salcedo [27]. Se usó un marco de madera de 1 m x 1 m, el cual se lanzó en un sitio al azar de la parcela y aquellas plantas dentro del marco fueron las muestreadas. Se repitió este proceso 5 veces por parcela de forma aleatoria.

Una vez hecho el muestreo, se identificaron las especies de arvenses a través de sus características morfológicas y anatómicas. Se usaron fichas taxonómicas, fotografías, tesis, el catálogo de las arvenses presentes en cultivos de cacao en el cantón Montalvo-Ecuador elaborado por Gómez [9], así como el manual de malezas presentes en cultivos de importancia económica para el Ecuador descrito por Santillán [28]. Adicionalmente, las especies encontradas se clasificaron por su grado de interferencia y por arvenses agresivas y nobles [29].

Para el análisis de la riqueza biológica de arvenses, se determinaron la abundancia y la dominancia, los cuales son parámetros estructurales que permiten determinar el estado actual de un determinado lugar. Según Aguirre [30], para determinar los parámetros estructurales de una población, es necesario conocer la abundancia relativa, ya que expresa la proporción del número total de individuos de todas las especies. Para el análisis de la dominancia se utilizó el índice de Simpson que se basa en la probabilidad de que dos individuos tomados al azar correspondan a la misma especie [31]. A continuación, se detalla las fórmulas empleadas:

$$\text{Abundancia relativa (AB)\%} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos de una especie}}{\text{N}^\circ \text{ total de individuos}} * 100 \quad (1)$$

$$\text{Índice de Simpson } (\lambda) = \sum P_i^2 \quad (2)$$

Donde:

Pi = Proporción de individuos de cada especie (N° de individuos de la especie /N° total de especies)

### 2.2.3 Determinación de control de arvenses agresivas

De acuerdo a la metodología de Urgilés [32], la evaluación de arvenses controladas se realizó 28 días después de haber aplicado los tratamientos. Se utilizó el método del cuadrante 1 m x 1 m descrito por Salcedo [27], con el cual se contabilizaron las arvenses agresivas vivas y muertas con cada uno de los tratamientos. Estas cifras se sumaron para tener un total que sirvió de referencia para obtener el porcentaje de arvenses agresivas controladas. El grado de control de arvenses se evaluó con la escala utilizada por la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) [33] que se detalla en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Grado de control de arvenses según ALAM [33].

Porcentaje (%)	Grado de control
0 – 40	Ninguno o pobre
41 – 60	Regular
61 – 70	Suficiente
71 – 80	Bueno
81 – 90	Muy bueno
91 – 100	Excelente

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1 Diversidad alfa de arvenses

Según los grados de interferencia definidos por Salazar [29], las arvenses agresivas son las que presentan una interferencia baja, media o alta, mientras que las arvenses nobles presentan una interferencia muy baja. Dentro de la investigación se registraron 25 especies de arvenses y con base en la clasificación anterior, se determinó que las especies agresivas representaban un 72 %, mientras que las arvenses nobles representaban un 28 %. En la Tabla 3 se presentan las arvenses identificadas junto con su grado de interferencia. En las especies registradas, las familias con mayor número de individuos fueron: Poaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae y Rubiaceae. La Figura 3 muestra la abundancia relativa de las arvenses identificadas.

**Tabla 3.** Arvenses identificadas en el área de estudio. Adaptado de Salazar [29], Hincapié [11], Gómez [9] y Santillán [28]

Arvenses agresivas			
Familia	Nombre científico	Grado de interferencia	
Amarantaceae	<i>Cyatula achyranoides</i>	Medio a bajo	
Apiaceae	<i>Eryngium foetidum</i>	Medio	
Araceae	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Medio a bajo	
Asteraceae	<i>Verbesina virginica</i> L.	Medio a bajo	
Compositae	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) Dc	Muy alto	
Cyperaceae	<i>Cyperus canus</i>	Muy alto	
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Muy alto	
Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius	Muy alto	
Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Muy alto	
Poaceae	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	Muy alto	
Poaceae	<i>Echinochloa colona</i> (L) Link	Muy alto	
Poaceae	<i>Eleusine indica</i> (L) Gaertn.	Muy alto	
Poaceae	<i>Paspalum paniculatum</i> Walter	Muy alto	
Poaceae	<i>Panicum polygonatum</i>	Muy alto	
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers	Muy alto	
Solanaceae	<i>Solanun quitoense</i>	Medio	
Tiliaceae	<i>Triumfetta lappula</i> L.	Medio a bajo	
Urticaceae	<i>Laportea aestuans</i> (L.) Chew	Medio a bajo	
Arvenses nobles			
Familia	Nombre científico	Grado de interferencia	
Caryophyllaceae	<i>Drymaria cordata</i> (L) Willd. ex Schult	Muy bajo	
Commelinaceae	<i>Commelina elegans</i> L.	Muy bajo	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i> L	Muy bajo	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia prostrata</i> Ait.	Muy bajo	
Linderniaceae	<i>Torenia crustacea</i> (L.) Cham. & Schldl.	Muy bajo	
Rubiaceae	<i>Richardia scabra</i> L.	Muy bajo	
Rubiaceae	<i>Oldenlandia corymbosa</i> L.	Muy bajo	

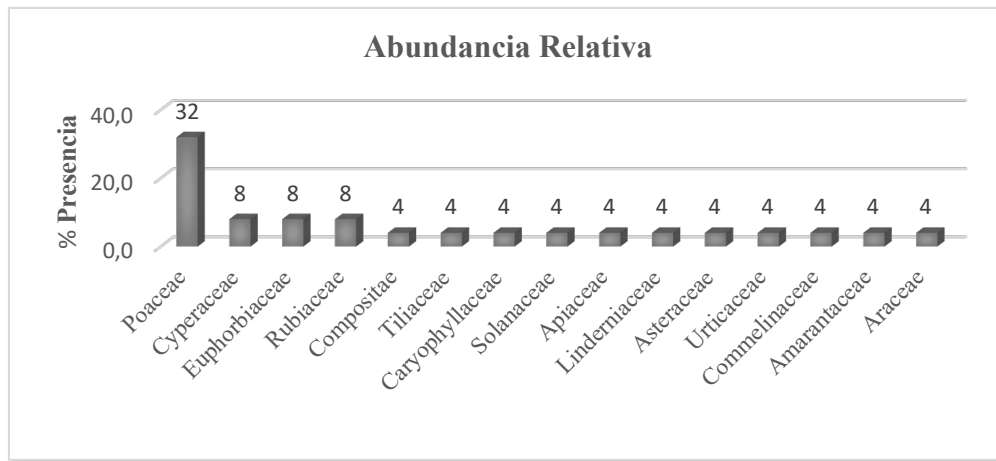


Figura 3. Abundancia relativa de las familias botánicas identificadas en el área de estudio.

Estos resultados coinciden con el estudio realizado en Colombia por Hincapié y Salazar [11], donde las familias de arvenses agresivas con mayor abundancia dentro de cultivos de cacao y café fueron Poaceae, Cyperaceae y Asteraceae; los autores atribuyen este hecho a que estas familias se adaptan mejor a las condiciones ambientales y edafoclimáticas del sector; además, autores como Requejo [33] y Amaya *et al.*[34] sugieren que estas familias botánicas deben su éxito principalmente a su adaptabilidad y a los diversos sistemas de propagación. Además, según Gómez [9], las familias Poaceae, Asteraceae y Euphorbiaceae son las más representativas en cultivos de cacao en Ecuador. Finalmente, en un estudio realizado en Colombia por Salazar [29] se registraron 60 familias de arvenses, de las cuales 22 fueron arvenses nobles, principalmente: Commelinaceae (11 %), Fabaceae (9 %), Oxalidaceae, Euphorbiaceae y Araliaceae, cada una con 6.7 %.

Antes de aplicar los tratamientos, se identificó que las arvenses agresivas dominaban el sitio, por ejemplo: *Paspalum conjugatum* Bergius, *Rottboellia cochinchinensis*, *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa colona* (L) Link, *Cynodon dactylon* (L.) Pers, *Emilia sonchifolia* (L.) Dc y *Eleusine indica* (L) Gaertn; mientras que, las especies nobles que sobresalían eran: *Drymaria cordata* (L) Willd. ex Schult, *Euphorbia hirta* L, *Euphorbia prostrata* Ait., *Richardia scabra* L. y *Torenia crustacea* (L.) Cham. & Schtdl. Se utilizó el índice de dominancia de Simpson para comparar cómo se modificó la estructura de la comunidad herbácea después de aplicar los herbicidas con el selector. Por ejemplo, en la Figura 4 se muestran los efectos sobre la dominancia del tratamiento con glufosinato de amonio. Se seleccionó este tratamiento debido al control significativo de arvenses que se obtuvo.

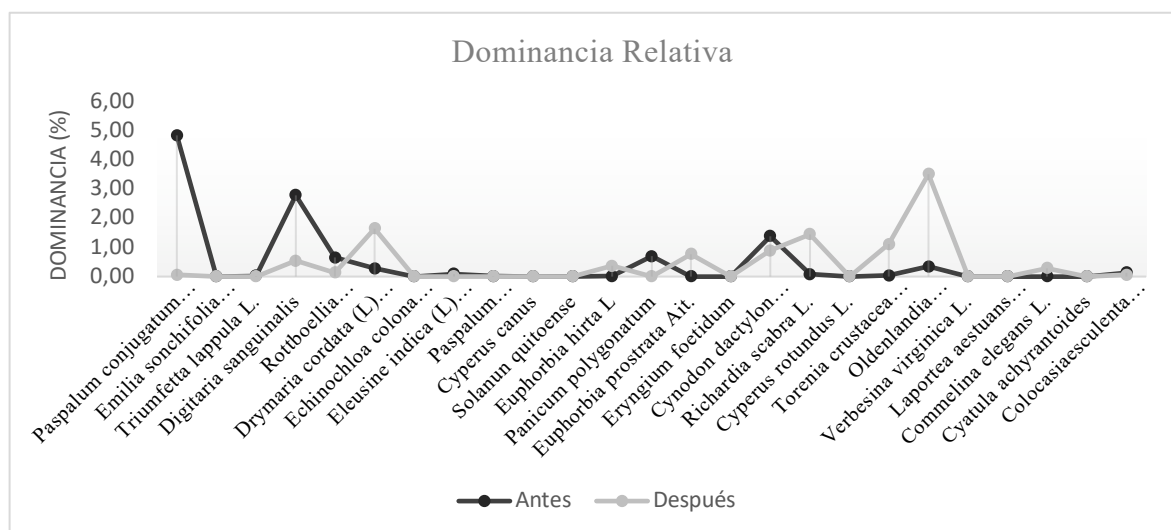


Figura 4. Dominancia relativa de las especies antes y después de la aplicación de glufosinato de amonio.



Se observa que después de aplicar los herbicidas con el selector de arvenses, se reducen las poblaciones de arvenses agresivas y en su lugar comienza un dominio por parte de las arvenses nobles. Lo anterior concuerda con el estudio realizado por Salazar [16], donde hubo un control significativo de las arvenses agresivas en cultivos de café cuando se realizó un manejo selectivo de arvenses. El establecimiento de las arvenses nobles dentro del cultivo de cacao permitió controlar la presencia de arvenses agresivas, lo que puede generar varios beneficios como: incremento de la fertilidad del suelo, mejora de las propiedades físicas del suelo e incremento de la entomofauna benéfica para el cultivo [8].

Finalmente, se debe destacar que en el Ecuador los estudios sobre la identificación de arvenses nobles y agresivas son pocos y más en cultivos de gran importancia como el cacao, banano y café. Esto se debe a que los agricultores consideran a todas las arvenses como perjudiciales, por tal razón las arvenses nobles son eliminadas de los cultivos [9,32].

### 3.2. Control de arvenses agresivas

El porcentaje de control de arvenses agresivas con los diferentes tratamientos se muestra en la Tabla 4. El análisis de varianza mostró que el efecto del factor tratamiento es significativo (valor  $p < 0,05$ ), es decir, al menos una media de los tratamientos difiere del resto en el control de arvenses en el cultivo de cacao. Para determinar las medias específicas de los tratamientos que son significativamente diferentes, se utilizó una prueba de comparación múltiple de Duncan (ver Tabla 4). Se observó que las medias de los tratamientos con glifosato de isopropilamina y glufosinato de amonio no eran significativamente diferentes entre ellas y que con estos tratamientos se obtuvo el mayor control de arvenses agresivas. En cambio, con el tratamiento testigo (ningún herbicida) se obtuvo un control nulo. Por lo tanto, existe suficiente evidencia estadística para concluir que los tratamientos más eficaces para controlar las arvenses agresivas son los de glifosato de isopropilamina y glufosinato de amonio.

**Tabla 4.** Porcentaje de control de arvenses agresivas y prueba de Duncan.

Tratamiento		$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$\bar{x}$	Prueba de Duncan
T0	Testigo (ningún herbicida)	0.00	0.00	0.00	0.00	0,00	A
T1	Dicloruro de paraquat	48.06	47.62	43.41	44.39	45.87	B
T2	Glifosato de isopropilamina	60.55	54.55	67.01	76.35	64.62	C
T3	Glufosinato de amonio	58.97	61.86	80.08	73.59	68.63	C

**Nota:** Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ),  $\alpha=0.05$ .

El control de arvenses agresivas obtenido en este estudio es menor al reportado en otras investigaciones. Por ejemplo, Urgilés [32] en un estudio del efecto de herbicidas en el control de arvenses del cacao indica que el glufosinato de amonio obtuvo un control del 94.79%, mientras que Esqueda, Rosas y Becerra [35], reportan que la eficacia del herbicida glufosinato de amonio en el control de arvenses fue del 91 %. Otro estudio reportado por Sánchez [36] muestra que el control de arvenses en un cultivo de cacao con dicloruro de paraquat y glifosato de isopropilamina fueron del 66.67 % y 100 %, respectivamente. Sin embargo, en las investigaciones anteriores, los autores utilizaron bombas de aspersión para aplicar los herbicidas, mientras que en este estudio los herbicidas se aplicaron con el selector de arvenses a una altura de 6 a 11 cm, por lo cual, sólo se controlaron las arvenses agresivas, esto permitió que las arvenses nobles con una altura menor a 6 cm puedan prosperar.

Finalmente, según la escala de ALAM, el control de las arvenses agresivas con los tratamientos de glifosato de isopropilamina y glufosinato de amonio fueron “suficientes”, con un 68.63 % y 64.62 %, respectivamente; con el tratamiento de dicloruro de paraquat fue “regular” con un 45.87 % y con el tratamiento testigo (ningún herbicida) fue “pobre” con un 0 %.

#### 4. Conclusiones

El estudio realizado en cultivos de la localidad “La Esperanza”, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos demuestra que las familias de arvenses con mayor dominancia dentro del cultivo de cacao fueron: Poaceae (32 %), Cyperaceae (8 %), Euphorbiaceae (8 %) y Rubiaceae (8 %).

Los tratamientos que mayor efecto tuvieron sobre el control de arvenses agresivas fueron los de glifosato de isopropilamina y glufosinato de amonio con el 68.63 % y 64.62 %, respectivamente. Por otro lado, el tratamiento de dicloruro de paraquat tuvo un menor control de arvenses con un 45.87 %. Se puede establecer, además, que el tratamiento testigo (ningún herbicida) no tuvo ningún control, como se esperaba.

Dentro de esta investigación se utilizó el selector de arvenses para la aplicación de los herbicidas en forma racional. Los resultados obtenidos muestran que el uso del selector modifica la comunidad herbácea en beneficio integral del cultivo de cacao, debido a que no se controlan las poblaciones de arvenses nobles o de interferencia muy baja. Este sistema brinda ventajas como son una mayor facilidad de aplicación de los herbicidas con una buena separación entre flora arvense agresiva y noble.

Finalmente, los autores consideran necesario mencionar ciertas limitaciones en cuanto al estudio planteado. Entre estas está el tiempo de duración del estudio, ya que es recomendable tomar periodos más prolongados para para coleccionar mayor información que sustenten estos hallazgos. Así también, se recomiendan como perspectivas futuras, contrastar el rendimiento en la producción de cacao después de aplicar el control arvense con y sin el equipo selector y estudiar la influencia de la altura del selector. Realizar un estudio de la optimización de dosis de herbicida utilizados para el control de arvenses.

**Contribución de autores:** Los autores contribuyeron en todos los apartados investigativos.

**Financiamiento:** Los autores financiaron a integridad el estudio.

**Conflictos de interés:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

#### Referencias

1. Díaz-Valderrama, J.R.; Leiva-Espinoza, S.T.; Catherine Aime, M. The history of cacao and its diseases in the Americas. *Phytopathology* **2020**, *110*, 1604–1619, doi:10.1094/PHYTO-05-20-0178-RWW/ASSET/IMAGES/LARGE/PHYTO-05-20-0178-RWWT2.JPEG.
2. Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca Inició Aromas del Ecuador – Edición Cacao, vitrina internacional con compradores de tres continentes Disponible en: [https://www.produccion.gob.ec/se-inicio-aromas-del-ecuador-edicion-cacao-vitrina-internacional-con-compradores-de-tres-continentes/#:~:text=El sector cacaotero ecuatoriano exportó,marco Aromas del Ecuador – Edición \(accedido jul 3, 2022\).](https://www.produccion.gob.ec/se-inicio-aromas-del-ecuador-edicion-cacao-vitrina-internacional-con-compradores-de-tres-continentes/#:~:text=El sector cacaotero ecuatoriano exportó,marco Aromas del Ecuador – Edición (accedido jul 3, 2022).)
3. Ministerio de Agricultura y Ganadería Ecuador es el primer exportador de cacao en grano de América Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-es-el-primer-exportador-de-cacao-en-grano-de-america/> (accedido jul 3, 2022).
4. Patiño, L. Evaluación de alternativas de manejo de malezas en Banano orgánico (*Musa paradisiaca* L.) en la etapa de establecimiento en la provincia de El Oro cantón El Guabo, Universidad de las Fuerzas Armadas: Santo Domingo, 2015.

5. Agrosavia Manejo de las malezas o arvenses en los cafetales Disponible en: [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/18710/43764\\_55521.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/18710/43764_55521.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
6. Aguirre, Z.; Jaramillo, N.; Quizhpe, W. *Arvenses asociadas a cultivos y pastizales del Ecuador*, EDILOJA Cía. Ltda.: Loja, Ecuador, 2019; ISBN 9789978355404.
7. Valdes, B. El rol de las arvenses como componente en la biodiversidad de los agroecosistemas. *Cultiv. Trop.* **2016**, *37*, 34–56, doi:10.13140/RG.2.2.10964.19844.
8. Hernández, P. Efectos de diferentes métodos de control de arvenses en las propiedades del suelo, en plantaciones de teca, *Tectona grandis* (L.f). **2017**.
9. Gómez, W. Identificación de arvenses presentes en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Montalvo, Vinces y Urdaneta, Universidad Central del Ecuador: Quito, 2016.
10. Díaz, C.; Bernal, J. *Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate*; Agrosavia: Mosquera, Colombia, 2020; ISBN 9789587403831.
11. Hincapié, E.; Salazar, L. Las arvenses y su manejo en los cafetales L Capítulo 5. **2010**, 127.
12. Bravo, T. Efectos de la poda en plantación de *Tectona grandis*. L.f (teca) ubicada en la parroquia Zapotal, cantón Ventanas, provincia de los Ríos., Universidad Técnica Estatal de Quevedo: Quevedo, 2019.
13. Quintero, I.; Carbonó, E. Panorama del manejo de malezas en cultivos de banano en el departamento del Magdalena, Colombia. *Rev. Colomb. Ciencias Hortícolas* **2015**, *9*, 329, doi:10.17584/rcch.2015v9i2.4188.
14. Tercero, H. Evaluación de los métodos manual y químico para el control de malezas en el crecimiento inicial de melina (*Gmelina arborea* Roxb) en la hacienda «Pitzará» cantón Pedro Vicente Maldonado provincia de Pichincha, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: Riobamba, 2015.
15. Esperbent, C. Malezas: el desafío para el agro que viene. *Rev. Investig. Agropecu.* **2015**, *41*, 235–240.
16. Salazar, L. Uso del selector de arvenses en cultivos de café Recomendaciones prácticas. *Ciencia, Tecnol. e innovación para la caficultura Colomb.* **2015**.
17. Altieri, M.; Toledo, V.M. ser humano: el acceso directo de los individuos a la justicia a nivel internacional, y la La revolución agroecológica intangibilidad de la de América Latina jurisdicción obligatoria de los alimentaria y empoderar al campesino. *El otro Derecho* **2010**.
18. Andrade, A. Análisis y perspectivas de las empresas ecuatorianas exportadoras de productos industrializados de café, periodo 2009–2015., Pontificia Universidad Católica del Ecuador: Quito, 2017.
19. Ministerio de Agricultura y Ganadería Manejo integrado de enfermedades en cacao genera incrementos significativos en la producción Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/manejo-integrado-de-enfermedades-en-cacao-genera-incrementos-significativos-en-la-produccion/> (accedido jul 3, 2022).
20. Acuña, N.; Marchant, C. Do agro-ecological practices contribute to mountain family farming sustainability? The curarrehue case, Araucania Region, Chile. *Cuad. Desarro. Rural* **2016**, *13*, 35–66, doi:10.11144/Javeriana.cdr13-78.cpas.
21. Yong-Chou, A.; Crespo-Morales, A.; Benítez-Fernández, B.; Pavón-Rosales, M.; Almenares-Garlobo, G. Uso y manejo de prácticas agroecológicas en fincas de la localidad de San Andrés, Municipio La Palma. *Cultiv. Trop.* **2016**, *37*, 15–21, doi:10.13140/RG.2.1.2756.3761.
22. Carrera, P.; Vaca, L.; Segura, E.; Taco, M. Análisis de lluvia ácida en la ciudad de Nueva Loja, provincia de Sucumbíos. *Green World J.* **2021**, *4*, 002, doi:10.53313/gwj43002.
23. Climate-Data.org Clima: Ecuador Disponible en: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador-63/>.
24. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Lago Agrio Actualización Del Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial. **2019**.
25. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias Cacao Disponible en: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcafec/rcacao>.
26. Soagro Selector de arvenses Disponible en: <https://soagro.net/product/selector-100-cm-ref-r100rg-1-1-4/> (accedido feb 5, 2022).
27. Salcedo, R. Evaluación de la capacidad y tiempo de regeneración de la vegetación herbácea

- impactada por el incendio forestal en el cañon del río Chonta (Sangal)-Cajamarca (Tesis de Grado). *Univ. Nac. Cajamarca* **2021**.
28. Santillán, M. *Manual de malezas presentes en cultivos de importancia económica del Ecuador*, Agrolocalidad: Quito, Ecuador, 2017;
  29. Salazar, L. Reconozca las arvenses nobles en el cultivo del café. *Ciencia, Tecnol. e innovación para la caficultura Colomb.* **2020**, doi:<https://doi.org/10.38141/10779/0517>.
  30. Aguirre, Z. Guia De Metodos Para Medir La Biodiversidad. *Univ. Nac. Loja* **2013**, 74.
  31. Aguirre, Z.; Aguirre, N.; Muñoz, J. Biodiversidad de la provincia de Loja , Ecuador Biodiversity of the province of Loja , Ecuador. *Arnaldoa* **2017**, *24*, 523–542.
  32. Urgilés, J. Evaluación del efecto de herbicidas químicos y orgánicos para control de malezas en el cultivo de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Naranjal, provincia del Guayas, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil: Guayaquil, 2018.
  33. Requejo, L. Comparación de tres métodos de control de malezas (manual, mecánico y químico) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Tulumayo, Universidad Nacional Agraria de la Selva: Tingo María, 2014.
  34. Amaya, A.; Santos, M.; Morán, I.; Vargas, P.; Comboza, W.; Lara, E. Vista de Malezas Presentes en Cultivos del Cantón Naranjal, Provincia Guayas, Ecuador. *Investigatio* **2018**, *11*, 1–16.
  35. Esqueda, V.; Rosas, X.; Becerra, E. Para el control de malezas en guanábana ( *Annona muricata* L .). **2010**, *16*, 5–12.
  36. Sánchez, C. Alternativas para el control de malezas en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en el cantón Montalvo., Universidad Técnica de Babahoyo: Babahoyo, 2018.

#### Reseña de autores:



**Greace Viviana Guamán Ilvis.** Bióloga por la Universidad Estatal Amazónica – Sede Sucumbíos. Obtuvo su título de grado gracias a su trabajo “Aplicación integral de herbicidas mediante selector en cultivos de cacao en Sucumbíos – Ecuador”.

<https://orcid.org/0000-0002-4569-0047>



**Marcelo David Andrade Yarpas.** Biólogo por la Universidad Estatal Amazónica – Sede Sucumbíos. Obtuvo su título de grado gracias a su trabajo “Aplicación integral de herbicidas mediante selector en cultivos de cacao en Sucumbíos – Ecuador”.

<https://orcid.org/0000-0001-9887-9719>



**Pablo Danilo Carrera Oscullo.** Químico Puro por la Universidad Central del Ecuador y Maestro en Ciencias (Posgrado Ciencias Químicas) por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) – Sede Orellana. <https://orcid.org/0000-0002-2515-7042>



**Miguel Ángel Taco Ugsha.** Químico Puro por la Universidad Central del Ecuador y Magister en Ambiental por la Escuela Politécnica Nacional. Docente de la Universidad Central del Ecuador. <https://orcid.org/0000-0002-6357-0903>



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY). <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>