



# BIOCONTROL DE ARVENSES UTILIZANDO COBERTURA VEGETAL MUERTA DE ESPECIES ALELOPÁTICAS EN MUSÁCEA

## Biocontrol of Weeds Using Dead Plant Cover of Allelopathic Species in Musacea

(1) Humberto Ramón Pérez-Figueroa

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora" (UNELLEZ).  
Complejo Agroindustrial Azucarero "Ezequiel Zamora" S. A. (CAA EZ, SA).  
Academia de la Ciencia Agrícola de Venezuela (ACAV),

(2) Marcos Manual Meza-Fuentes

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora" (UNELLEZ)  
Academia de la Ciencia Agrícola de Venezuela (ACAV).

### DATOS DEL ARTÍCULO

**Recepción:** 21/09/2021

**Aprobación:** 05/02/2022

### Correspondencia a:

*humbertoperezf@gmail.com*  
(Humberto Pérez Figueredo)

### Palabras Clave:

*maleza, arvenses, cobertura vegetal, biocontrol, alelopatía*

### RESUMEN

En el ámbito de la agricultura y dentro del pensamiento epistemológico de profesionales y productores agrícolas, existe la tendencia a confundir las plantas que crecen espontáneamente en áreas cultivadas, con el calificativo maleza o malas hierbas, sin considerar su verdadero propósito en la naturaleza. La agroecología las denomina arvenses, debido a su significativo papel en el sostén de otros organismos en los agrosistemas. Sin embargo, existe una diversidad de especies con potencial alelopático utilizadas como coberturas en el biocontrol de estas arvenses mejorando las condiciones de producción de las plantas cultivadas. Para resolver esta problemática se realizó un estudio con el objetivo de evaluar coberturas vegetales para biocontrolar arvenses en un cultivo de musácea. Utilizando un diseño en franja con muestreos aleatorios en unidades experimentales contiguas para un análisis de varianza completamente aleatorizado unifactorial con 3 tratamientos T1: Cobertura alelopática hojas de *Mangifera*, T2; Cobertura vegetal restos de *Paspalum* y T3: Sin cobertura, 3 réplicas; aplicando la prueba de Tukey ( $p \leq 0,01$ ), en caso de significancia. Los resultados indicaron que con aplicaciones de cobertura alelopática hubo un excelente biocontrol de arvenses en musáceas. Siendo una alternativa endogenológica y ecológica, priorizando una agricultura menos contaminante en pro de la conservación del ambiente.



## ABSTRACT

The essay outlines an autonomous education and discipline as a perspective for the ostentatious work of the teacher, who guides the training of emotional, moral, and physical skills for the ethical formation of the student that allows him to hold onto certain values in the practice of daily coexistence, appropriating of them through appropriate community experiences. It is based on a holistic and specific conception of educational reality, where the needs, aspirations felt by the group and its environment are analyzed through organizational development and culture, considering Piaget's Sociocognitive the Theory. The methodology is oriented towards the In the field of agriculture and within the epistemological thinking of agricultural professionals and producers, there is a tendency to confuse plants that grow spontaneously in cultivated areas, with the qualifier weed or weeds, without considering their true purpose in nature. Agroecology calls them weeds, due to their significant role in supporting other organisms in agrosystems. However, there is a diversity of species with allelopathic potential used as covers in the biocontrol of these weeds, improving the production conditions of cultivated plants. To solve this problem, a study was carried out with the objective of evaluating plant covers to biocontrol weeds in a musacea crop. Using a strip design with random sampling in contiguous experimental units for a fully randomized univariate analysis of variance with 3 treatments T1: Allelopathic coverage of Mangifera leaves, T2; Vegetable cover remains of Paspalum and T3: Without cover, 3 replicas; applying Tukey's test ( $p \leq 0.01$ ), in case of significance. The results indicated that with allelopathic coverage applications there was an excellent biocontrol of weeds in musaceae. Being an endogenological and ecological alternative, prioritizing a less polluting agriculture in favor of the conservation of the environment.

### Keywords:

Weeds, Arvensis, Plant Cover, Biocontrol, Allelopathy.



## 1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la agricultura y dentro del pensamiento epistemológico de profesionales y productores del agro, a las especies silvestres que crecen espontáneamente en los campos agrícolas, invadiendo sus cultivos y causando un daño económico, las denominan malas hierbas solo por el hecho de no ser consideradas como plantas cultivadas, no obstante, en agroecología se designan con el vocablo de arvenses por considerar el potencial que tienen en distintos usos dentro del agroecosistema. Este termino de arvenses, según Guglielmini *et al.*, (2007), hace referencia a las plantas silvestres que han acompañado a los cultivos desde el origen de la agricultura y Mahaut *et al.*, (2017), expresa que constituyen un tipo particular de comunidades de plantas que pueden incluir numerosos taxones y diversos usos.

Como consecuencia de este proceso, las especies arvenses presentan un síndrome funcional consistente, destacando como rasgos más comunes una elevada producción de semillas y un amplio período de germinación, como lo indica Baker (1974), citado en Alarcón *et al.*, (2019).

Además, en cuanto a la forma de crecimiento de estas plantas, se pueden observar dos estrategias bien claras, presentadas por Gunton *et al.*, (2011), una, crecimiento en altura y desarrollo rápido, que supera a las plantas cultivadas en sus primeras etapas fenológica y la otra, que presentan portes rastreros adaptados a condiciones de sombra, las cuales les favorece al invadir el espacio vital de las plantas cultivadas. Estas características le otorgan a las arvenses un potencial de invasión y apoderamiento de las áreas de los cultivos agrícolas.

Sin embargo, existe dentro de la flora, una diversidad de especies vegetales con un alto potencial alelopático donde algunos de sus órganos, como la hoja, pueden ser utilizadas como coberturas en el biocontrol de las arvenses, en la búsqueda de mejorar las condiciones de producción de las plantas cultivadas, por los múltiples beneficios que estas pueden ofrecer al sistema agrícola, tal como lo reseña Agüero-Alvarado *et al.*, (2018). En este sentido, Carbonó y Cruz (2005), consideran que ciertas especies de arvenses con potencial alelopático pueden ser utilizadas como cobertura vegetal en cultivos agrícolas, por los beneficios que éstas aportan al sistema productivo, disminución en la temperatura superficial, la erosión y pérdida de suelo, aumento en la microfauna, lixiviación de nutrientes aportados por la materia orgánica.

Antes esta situación se pretende dar a conocer a los productores agrícolas la importancia que tiene el biocontrol de las arvenses utilizando cobertura vegetal muerta con especies alelopáticas, como *Mangifera indica*, en los sistemas de producción agrícola. Para ello se



desarrolló esta experiencia aplicada al cultivo agrícola de musáceas, a través de una metodología experimental de campo con el objetivo de evaluar coberturas vegetales muertas y presencia de arvenses en un cultivo de musácea establecido como sistema productivo orgánico. Presentando una alternativa endogenológica y ecológica en la lucha de los profesionales y productores del agro contra la invasión de las arvenses a los cultivos agrícolas, enmarcado en la línea de investigación científica Bioinsumos y Biocontroladores; priorizando una agricultura menos contaminante en pro de la conservación del ambiente.

## 2.DESARROLLO

### Fundamentación Teórica

En Venezuela, no se presta la importancia requerida a la utilización de los residuos vegetales como coberturas para el biocontrol de las arvenses que invaden las aéreas con sembradíos agrícolas, ocupando los espacios que quedan entre las hileras de los cultivos. En diversas ocasiones, los productores desechan o queman los residuos vegetales, una vez realizada la cosecha o en su defecto al realizar el control mecánico de arvenses; eliminando la posibilidad de utilizarlos en beneficio de su sistema de cultivo, ejemplo tenemos a los productores de caña de azúcar, quienes tienen por práctica agronómica la quema del cultivo para poder realizar la cosecha, ya sea esta manual o mecánica; sin darse cuenta, que esta flora es el resultado de un complejo proceso de selección, impuesto por las prácticas agrícolas y la competencia del cultivo sobre las floras locales tal como lo expresa Neve *et al.*, (2009).

En este sentido, las llamadas plantas arvenses son especies que invaden los cultivos, cuyo nombre, según Alemán *et al.*, (2012), y García (2013), viene dado del latín arvensis, que significa campo en el sentido agrícola. Por ende, las plantas silvestres que crecen en los campos agrícolas se les conocen como plantas arvenses. En consecuencia, el estudio de estas plantas ha estado encaminado exclusivamente a evaluar el aspecto nocivo que éstas tienen sobre los cultivos agrícolas. No obstante, más allá de su importancia intrínseca, las especies arvenses juegan un importante papel en el mantenimiento de otros organismos asociados a los agrosistemas al favorecer la diversidad de los polinizadores (Bretagnolle y Gaba, 2015), sus semillas se incorporan a la red trófica, al alimentar artrópodos, aves (Guerrero *et al.*, 2010), y roedores (Fischer y Türke, 2016). Además, hay trabajos que señalan que las arvenses intervienen en el mantenimiento del rendimiento de los cultivos (Adeux *et al.*, 2019; Storkey y Neve, 2018; Guglielmini *et al.*, 2017).



Es aquí donde las coberturas vegetales muertas (restos de plantas), juegan un papel importante en la reducción de la densidad de las arvenses que invaden las aéreas cultivadas al ser utilizadas como método de control de arvenses. En este sentido, Ciacci (2014), afirma que el uso de coberturas en cultivos perennes está más distribuido y reconocido que en los cultivos anuales. Por su parte, Valverde (2016), le otorga una variedad de beneficios como conservar la humedad de los suelos, amortiguar los cambios de temperatura, proteger el suelo del impacto de la lluvia, aportar materia orgánica, reducir el escurrimiento superficial del agua, permeabilizar suelos, entre otros.

En este sentido, Ciacci (2014), introduce el concepto alelopático asociado con las coberturas vegetales muertas al afirmar que una cobertura muerta mejora el control de las arvenses a través de efectos alelopáticos, como por efectos físicos, aseguran que la cobertura vegetal producida por los arboles de sombra y el mulch aplicado a la superficie del suelo pueden tener un efecto alelopático sobre las arvenses por la hojarasca. Sin embargo, Fernández y Vega (2016), aseguran que la información disponible sobre cómo la aplicación de mulch afecta a la recuperación de la vegetación, tanto en términos de cobertura como de composición de especies, es todavía escasa e inconcluyente.

No obstante, en esta investigación, se observó, la inhibición de la germinación y crecimiento de arvenses al aplicar hojarasca de *Mangifera indica* como cobertura vegetal al producir un efecto alelopático sobre las mismas; Dodson y Peterson, (2010), reportaron los mismos efectos alelopáticos con la aplicación de hojarasca de esta especie entre las hileras sobre arvenses, en distintos cultivos agrícolas. Por su parte, Hernández *et al.*, (2008), reporta efectos alelopático con el uso de coberturas en diferentes formas derivando efectos de tipo físicos, como la inhibición en la emergencia de arvenses; en la búsqueda de alternativas ante el uso de herbicidas para enfrentar la problemática de las arvenses en el cultivo agrícolas. Por estas razones, el uso de coberturas alelopáticas es una opción a considerar, toda vez que experiencias a nivel tropical avalan la eficiencia de esta técnica en el control de las arvenses.

## Materiales y Métodos

La parcela experimental se ubicó en terrenos de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ), en la localidad de Barinas, estado Barinas, coordenadas UTM E362926 y N953052, en un cultivo orgánico de musáceas, establecido para autoconsumo del personal obrero y vigilancia (Figura 1). La fertilización se realizó con material orgánico de compost y el control de plagas y enfermedades con biocontrol utilizando extractos

vegetales y las arvenses con control manual. Las condiciones climáticas, según Pérez-Figueroa (2020), precipitación anual 1.415,02 mm, evaporación anual 1.896,41 mm, humedad relativa 76,39% y temperaturas media 23,10°C, con variación +1,14°C. El clima Bosque Seco Tropical según Holdridge y Subhúmedo Cálido según Thornthwaite, con periodos húmedo y seco. Clima apto para el cultivo de musáceas.



**Figura 1. Parcela experimental con cultivo orgánico establecido de musáceas, ubicado en terrenos de la UNELLEZ.**

Se utilizó un diseño experimental en franja para cultivo establecido con muestreos aleatorios en unidades experimentales contiguas para un análisis de varianza completamente aleatorizado unifactorial con 3 tratamientos y 3 repeticiones, aplicando un análisis de varianza con pruebas de Tukey ( $p \leq 0,01$ ), (Figura 2). Para la evaluación de los resultados experimentales se utilizó el Software InfoStat Versión 2020. Los tratamientos utilizados T1: Cobertura vegetal muerta alelopática (hojarasca de *Mangifera indica* L.), T2: Cobertura vegetal muerta arvense (restos de *Paspalum virgatum* L.), y T3: Sin cobertura vegetal (Figura 3). La Parcela Experimental de 10,00 m x 15,00 m (150,00 m<sup>2</sup>), sembradas con plantas de musáceas a 1,50 m entre plantas, 2,00 m entre hilos, 5 hilos de 10 plantas/hilo. Se eliminó los hilos de los extremos por el efecto borde y se establecieron los tratamientos en los hilos centrales.



**Figura 2. Disposición aleatorizado de los Tratamientos en la parcela experimental, en el cultivo orgánico de musáceas.**

La unidad experimental de muestreo fue de 3,00 m<sup>2</sup> (1.50 m ancho x 2.00 m largo), por tratamiento, la cobertura vegetal muerta se estableció en 0,05 m de altura (Agüero-Alvarado *et al.*, 2018; Anzalone *et al.*, 2011), para un volumen de 0,15 m<sup>3</sup>, que corresponde a 11,25 kg de material vegetal muerto por tratamiento de cobertura, para ello se utilizó un peso reloj con bandeja. La cobertura vegetal se incorporó al suelo, en las entre hileras del cultivo de musácea para el biocontrol de arvenses (Valverde *et al.*, 2016). La unidad de muestreo fue 1,00 m<sup>2</sup> por tratamiento, donde se realizaron dos muestras/tratamiento/repetición, cada una en un área de 0,50 m<sup>2</sup>, tomando 2 por tratamiento, de manera de totalizar 6 muestra, equivalente a 3 repeticiones por tratamiento, como lo recomienda Ciacci (2014).



Figura 3. Tratamientos utilizados T1: Cobertura vegetal muerta alelopática; T2: Cobertura vegetal muerta arvense y T3: Sin cobertura vegetal, en el cultivo orgánico establecido de musáceas.

Las coberturas se implantaron en la parcela experimental al comienzo del experimento. El material vegetal de *Mangifera indica* y *Paspalum virgatum* para la cobertura muerta se recolectaron en la adyacencia de la parcela experimental y se aplicaron manualmente sobre la superficie del suelo entre las hileras del cultivo; esta práctica consiste en esparcir hojarasca o residuos de cosecha sobre las hileras, con el propósito de reducir el desarrollo de arvenses en los cultivos agrícolas como lo expresan Valverde (2016), Fernández y Vega (2016), Frutos (2015). Según Kondo *et al.*, (2012), se debe aplicar la cobertura vegetal muerta cuando se establece el cultivo y esparcirla en cada hilera del cultivo esto permite mantener esta área libre de arvenses evitando es esta manera la competencia con el cultivo.

Para la valoración de las arvenses se utilizó la Escala Visual (Cuadro 1), propuesta por Agüero-Alvarado *et al.*, (2018), aplicado a un área de muestreo de 1,00 m<sup>2</sup>, la cual determina la cobertura porcentual de las arvenses en la unidad de muestreo experimental, para ello se utilizó un marco de madera de 0,50 m<sup>2</sup> (0.50 m x 1.00 m), el cual se utilizó dos veces por repetición para completar 1,00 m<sup>2</sup> de muestreo por tratamiento. Con éste método, también fue evaluado de forma visual el porcentaje del suelo cubierto por malezas sugerido por Anzalone *et al.*, (2011); para ello se tomó tres muestras por cada repetición distribuidas al azar en los 20 m de longitud de la hilera, utilizando un marco de madera de 0,50 m<sup>2</sup>. Los marcos fueron colocados cerca de los tallos de la hilera del cultivo, para así evaluar la zona más cercana al mismo.



**Cuadro1. Escala visual empleada para determinar la cobertura porcentual de las arvenses presentes en el área de muestreo.**

Descripción	Porcentaje de Cobertura (%)	Nomenclatura
Escasa	0 a < 5	E
Leve	5 a < 20	L
Moderada	20 a < 50	M
Alta	50 a < 75	A
Muy alta	75 a 100	Ma

Fuente: Agüero-Alvarado *et al.*, (2018).

Se realizó un arqueo de las arvenses más predominantes que se encontraron dentro de la parcela experimental, el mismo fue por el método de visualización, recolección y fotografía de cada arvense presente, separando las de mayor predominancia y luego identificándolas por familia, género y especie, porcentaje de presencia en el área experimental con respecto al total de las arvenses existentes. Aquellas arvenses de muy escasa presencia se tomaron en conjuntos (varias especies), según la biodiversidad de las mismas, para totalizar la presencia e infestación de arvenses, de acuerdo como recomiendan Agüero-Alvarado *et al.*, (2018), Fernández y Vega (2016), Frutos (2015), y Kondo *et al.*, (2012). Además se separaron las de hoja ancha de las gramíneas y cyperáceas, para determinar la presencia de acuerdo a esta categoría de arvenses y estimar el biocontrol de hojas anchas y hojas angosta.

## Resultados y Discusión

Tal como se presenta en el Cuadro 2 y en la Figura 3, se colectaron e identificaron 7 especies arvenses de mayor predominancia de las cuales 5 de hoja ancha y 2 de hola angosta (gramíneas y ciperáceas), de importancia para el cultivo de musáceas en el área de estudio. Se observa que las de hoja ancha (dicotiledóneas), la incidencia es de leve a escasa en comparación con las de hoja angosta (monocotiledóneas), como las gramíneas y ciperácea, donde su incidencia es moderada, según la escala visual empleada por Agüero-Alvarado *et al.*, (2018). Las



especies arvenses con mayor infestación presentes en las condiciones climáticas estudiada lo constituyen, en orden de importancia de porcentual, Estrellita blanca (*Rhynchospora nervosa.*), con  $34,83\% \pm 4,02$  y Paja cabezona (*Paspalum virgatum*), con  $28,60 \pm 2,26$ , siendo estas las de mayor presencia tanto en el campo como dentro de la parcela experimental.

**Cuadro 2. Arvenses presentes en la parcela experimental, recolectadas durante la investigación.**

Arvense	Genero y especie	%	Incidencia
Botón de oro	( <i>Tridax procumbens</i> L.)	$10,66 \pm 1,86$	Leve
Estrellita blanca	( <i>Rhynchospora nervosa</i> (Vanl) Boeck.)	$34,83 \pm 4,02$	Moderada
Suelda con suelda	( <i>Commelina nudiflora</i> L.)	$7,95 \pm 1,12$	Leve
Botón de seda	( <i>Emilia coccinea</i> Cass.)	$5,71 \pm 2,67$	Leve
Paja Cabezona	( <i>Paspalum virgatum</i> L.)	$28,60 \pm 2,26$	Moderada
Lecherito	( <i>Euphorbia hirta</i> L.)	$6,11 \pm 1,45$	Leve
Pega Pega	( <i>Desmodium procumbens</i> Swartz.)	$2,48 \pm 1,14$	Escasa
Otras especies	Varias especies	$3,57 \pm 1,84$	Escasa

Fuente: Especies arvenses colectadas en la investigación.

La incidencia de arvenses de hojas ancha fue leve a escasa, donde la de mayor ocurrencia fue Botón de oro (*Tridax procumbens*), con  $10,66\% \pm 1,86$ , al igual que Suelda con suelda (*Commelina nudiflora*), con  $7,95\% \pm 1,12$ , y Lecherito (*Euphorbia hirta*), con  $6,11\% \pm 1,45$ , y Botón de seda (*Emilia coccinea*), con  $5,71\% \pm 2,67$ , sin embargo su presencia es leve, mientras que la especie Pega Pega (*Desmodium procumbens*), con  $2,48\% \pm 1,14$ , su incidencia es escasa, siendo ésta beneficiosa para el cultivo de musáceas por ser fijadora de nitrógeno al suelo. Además, se observó la presencia de un  $3,57\% \pm 1,84$ , de arvenses las cuales representan un sinnúmero de especies de escasa incidencia y sin restarle su importancia dentro de la competencia con el cultivo de musáceas por agua, nutrientes, luz, espacio y CO<sub>2</sub>.



Figura 3. Especies arvenses de mayor predominancia observadas en la parcela experimental en competencia con el cultivo orgánico de musáceas.

En el Cuadro 3, se presentan los resultados de los tres tratamientos evaluado al inicio y al final de la investigación, donde se observa que con la aplicación de cobertura vegetal muerta de hojarasca de Mango (*Mangifera indica*), y restos de Paja Cabezona (*Paspalum virgatum*), no hubo diferencias significativa, la infestación de arvenses es escasa con respecto al tratamiento donde no se aplicó cobertura vegetal, el cual presentó una infestación muy alta, según la escala visual empleada por Agüero-Alvarado *et al.*, (2018), para determinar la cobertura porcentual de las arvenses presentes en el área de muestreo. A pesar que la escala visual ubica a las coberturas hojarasca de *Mangifera* y paja de *Paspalum* en escasa infestación porcentual, en *Mangifera* la infestación fue 0,00% al final del experimento y *Paspalum* presentó una infestación de 3,82%, esto indica que con hojarasca de *Mangifera* se biocontrola al 100% las arvenses y con paja de *Paspalum* se controlan en un 96,18%, en el cultivo de musáceas.

**Cuadro 3. Porcentajes de infestación y números de individuos presentes por tratamientos, al inicio y final del experimento.**

Tratamiento	Al inicio		A I
	Individuos	%	
Sin Cobertura	1426 ± 12,30 a	35,59 a	100,00 a
Cobertura <i>Paspalum</i>	1305 ± 8,60 b	32,58 b	3,82 b
Cobertura <i>Mangifera</i>	1275 ± 7,90 b	31,83 b	0,00 c
EE	0,11	0,17	0,07
CV	2,45	3,23	2,14
R <sup>2</sup>	0,93	0,87	0,87

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,01$ ).

Los resultados indicaron que no se existen diferencias significativas en cuanto al número de individuos de arvenses encontrados al inicio de la investigación entre los tratamientos de cobertura con *Paspalum* ( $1305 \pm 8,60; 32,58\%$ ), y cobertura con *Mangifera* ( $1275 \pm 7,90; 31,83 \%$ ), indicando que al final del experimento se contabilizaron 499 individuos de arvenses (3,82%), en cobertura con *Paspalum*, considerándose escasa y en cobertura con *Mangifera*, no se encontraron individuos de arvenses, por lo que la infestación fue 0,00%, aunque es escasa se considera que hubo un 100% de control de la arvenses. en el caso del tratamiento sin cobertura, al inicio se encontraron  $1426 \pm 12,30$  individuos de arvenses lo que corresponde un 35,59% del total de individuos contabilizados. En este tratamiento la infestación fue muy alta (100%), esto debido que no se realizó ningún control de arvenses. los efectos visuales se observan en la Figura 4, donde el efecto alelopático de las hojas de *Mangifera* dejan el suelo desnudo sin cobertura vegetal a diferencia del efecto producido por paja de *Paspalum*.



Figura 4. Efectos producidos por los tratamientos evaluados con cobertura vegetal muerta al final del experimento.



Sin embargo, estos resultados son muy satisfactorios ya que con los tratamientos cubiertos con vegetación muerta se logró reducir significativamente la población de arvenses en el área entre hileras del cultivo de musáceas. No obstante, en cobertura con *Paspalum*, hubo escasa presencia de arvenses (3,82 %). Peña *et al.*, (2016), considera que este comportamiento pudo presentarse porque en el tratamientos donde se utilizó la cobertura con paja de *Paspalum*, mejoraron significativamente las propiedades del suelo, favoreció una mayor retención de humedad y por ende menor riego que es fundamental para este cultivo, estas características fueron favorecidas con el empleo de la cobertura del suelo. Mientras que, donde se cubrió el suelo con hojarasca de *Mangifera*, el comportamiento fue inhibitorio de las especies arvenses aun cuando se pudo haber mejorado las propiedades del suelo.

De acuerdo a lo anterior, la FAO (2017), considera que las coberturas vegetales muertas generan varios beneficios al agroecosistema, incluyendo los descritos por Peña *et al.*, (2016), y agrega que ocurren tres efectos que se derivan de la aplicación de coberturas vegetales muerta. Efectos físicos, donde la cobertura vegetal muerta aumenta la retención de agua en el suelo, reduce la compactación y la evapotranspiración; efectos químicos, debido que aumenta la capacidad de intercambio catiónico y la materia orgánica; y efectos biológicos porque aumenta la intervención de los organismos vivos en los ciclos biogeoquímicos de la tierra, favoreciendo el desarrollo y actividad de los microorganismos y regula el crecimiento de arvenses. Es probable que en los efectos químicos, descritos por la FAO, se encuentren los efectos alelopáticos producidos por la cobertura vegetal muerta con hojarascas de *Mangifera*.

En algunas ocasiones existe la confusión entre el término competencia y alelopatía, es así como algunos biólogos consideran que la alelopatía es parte de la competencia. Sin embargo, Blanco (2006), citado en Rincón *et al.*, (2018), aclara la situación manifestando que la competencia implica que las plantas tengan una reducción de elementos como agua, nutrientes, minerales, luz y energía. Por ende, el efecto de crecimiento y desarrollo de las especies vegetales en competencia es debido a la reducción de disponibilidad de recursos comunes, mientras que la alelopatía tiene su principio en compuestos químicos que son liberados por una planta los cuales afectar positiva o negativamente a determinadas especies vegetales.

En este sentido Ciacci (2014), afirma que para lograr la sustentabilidad de un sistema de producción agrícola se debe mejorar el balance de carbono (C), a través de una mayor contribución de biomasa vegetal. Es aquí donde, las coberturas son una herramienta agronómica ideal y cumplen un rol importante en el aporte de C al sistema. Además, se ha mostrado como un



tratamiento eficaz para reducir las pérdidas de suelo por erosión. No obstante, hay que tener cuidado en la aplicación de coberturas vegetales muertas en suelos agrícolas, debido que la paja, hojarasca u otros materiales vegetales muertos pueden afectar a la regeneración natural de la vegetación si se trata con especies alelopáticas, según como lo afirman Fernández y Vega (2016), al quedar el suelo desnudo sin cobertura vegetal de escasa altura.

Ahora bien, estos resultados de porcentaje de infestación por tratamiento al final del experimento, en el Cuadro 4, se desglosa el efecto producido por la aplicación de coberturas vegetales muertas por especies de arvenses presentes en el área del tratamiento, con respecto al tratamiento donde no se aplicó cobertura vegetal. Los resultados indican que con la aplicación de hojarasca de *Mangifera* (especie alelopática), se inhibe el crecimiento y la germinación de las especies arvenses de hoja ancha y angosta, por completo, donde la cobertura es 0,00% de vegetación. Esto indica que, el suelo queda completamente desnudo de vegetación pero cubierto con una capa de 0,05 m de hojas de *Mangifera*. Es probable que la alelopatía con hojas de *Mangifera* no es selectiva para arvenses de hojas anchas o angostas, actúa sobre toda especie que invade su entorno, de aquí la utilización de las coberturas vegetales muertas alelopáticas en cultivos agrícolas en áreas fuera de su espacio vital, según lo descrito por Agüero-Alvarado *et al.*, (2018).

Como es de esperarse, en el tratamiento sin cobertura, la infestación de arvenses es muy alta, 100,00%, donde no hubo control de las mismas, por lo tanto la competencia con el cultivo de musácea, también es alta y de allí la necesidad de minimizar la presencia de arvenses en el cultivo. De acuerdo con los datos que se observan en el Cuadro 4, en la aplicación de cobertura vegetal muerta con *Paspalum*, fueron más afectadas las especies de hoja ancha. Podría decirse, que esta cobertura fue selectiva con estas arvenses permitiendo infestación de leve a escasa, en *T. procumbens* (1,23%  $\pm$  1,19), *C. nudiflora* (0,41%  $\pm$  0,70), *E. hirta* (0,31%  $\pm$  0,64), *E. coccinea* (0,72%  $\pm$  1,14), y *D. procumbens* (0,00%  $\pm$  0,00), siendo de moderada infestación las arvenses de hojas angostas *P. virgatum* (7,90%  $\pm$  0,99), y *R. nervosa* (4,51%  $\pm$  1,48). Estos resultados concuerdan con los estudios obtenidos por Fernández y Vega (2016), Valverde (2016), Frutos (2015), y Ciacci (2014), al evaluar coberturas similares y estimaron los efectos sobre las arvenses en distintos cultivos.



**Cuadro 4. Porcentaje de especies arvenses existentes por tratamientos de coberturas vegetales al final del experimento.**

Arvenses	Infestación (%) / Tratamiento	
	Cobertura <i>Mangifera</i>	Cobertura <i>Paspalum</i>
<i>Rhynchospora nervosa</i>	0,00 ± 0,00 a (E)	4,51 ± 1,48 b (M)
<i>Paspalum virgatum</i>	0,00 ± 0,00 a (E)	7,90 ± 0,99 a (M)
<i>Tridax procumbens</i>	0,00 ± 0,00 a (E)	1,23 ± 1,19 c (L)
<i>Commelina nudiflora</i>	0,00 ± 0,00 a (E)	0,41 ± 0,70 cd (L)
<i>Euphorbia hirta</i>	0,00 ± 0,00 a (E)	0,31 ± 0,64 cd (L)
<i>Emilia coccinea</i>	0,00 ± 0,00 a (E)	0,72 ± 1,14 cd (E)
<i>Desmodium procumbens</i>	0,00 ± 0,00 a (E)	0,00 ± 0,00 d (E)
Otras especies	0,00 ± 0,00 a (E)	0,00 ± 0,00 d (E)
R <sup>2</sup>	sd	0,90
CV	sd	48,87
EE	sd	0,24

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,01$ ).

(L) Leve, (M) Moderada, (E) Escasa, (Ma) Muy alta.

Estas coberturas vegetales muertas que eliminan la competencia de otras especies como la alelopatía, o incluso que estimulan la germinación o el crecimiento de otras especies, han iniciado un cierto potencial de interés en la posible aplicación de estos en la agricultura, debido a su actividad biocontroladora de arvenses de una manera selectiva, como se demostró en esta investigación con la aplicación de cobertura con *Paspalum*. Sin embargo, con relación a la alelopatía con 0,00% de infestación (*Mangifera*), no es posible distinguir entre cual alternativas utilizar, porque se requiere del conocimiento de los elementos químicos que interactúan bajo la capa de cobertura muerta aplicada. A pesar que, la alelopatía ha experimentado un desarrollo significativo, siendo un mecanismo de interacción muy complejo, confiriéndole un carácter interdisciplinario en la búsqueda de biocontroladores, con la participación de botánicos, ecólogos, agroecólogos, biólogos y químicos orgánicos.

### 3. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los efectos adversos del uso de los productos agroquímicos se propone mediante esta investigación establecer cobertura vegetal muerta, con hojas de especies arbóreas alelopáticas, entre ellas *Mangifera indica*, la cual es muy común en la zona. Su efecto inhibitor de la germinación y el crecimiento de las arvenses es muy alto (100%), con una cobertura de hojas de 0,05 m de altura, de esta especie alelopática, se mantiene el suelo protegido de especies



arvenses de hoja ancha y hojas angostas (gramíneas y cyperáceas), así como del impacto de la gota de lluvia sobre el suelo, la escorrentía y la humedad del suelo; además, permite conservar un ambiente favorable para el desarrollo de raíces, manteniendo la temperatura uniforme.

La información aportada en esta investigación, deja abierta la posibilidad de realizar propuestas de manejo agroecológico en los cultivos, con el uso de biocontroladores alelopáticos de arvenses capaces de interceder con la viabilidad de los mismos en la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, todavía hay muchos vacíos de conocimiento; por lo que, reflexionamos sobre la necesidad de nuevas investigaciones para cubrir estos vacíos de información y promover, en la posibilidad de un contexto sin agroquímicos, el desarrollo de estrategias de manejos basados en el biocontrol de arvenses con el uso de coberturas vegetales muertas y seguir experimentando con el fenómeno alelopático como alternativa ecológica y amigable con la conservación del ambiente y la obtención de alimentos sanos.

#### **4. RECOMENDACIONES**

Se recomienda continuar la línea de investigación de esta investigación, Bioinsumos y Biocontroladores de arvenses utilizando cobertura vegetal muerta de especies alelopáticas en distintos cultivos agrícolas; de manera de ir contrarrestando el excesivo uso de los herbicida para el control de las arvenses. Siendo este un tema fundamental en la búsqueda de alternativas productivas sostenibles y ecológicas como el empleo de biocontroladores, utilizando las coberturas muertas alelopáticas para controlar las arvenses y desplazar los agroquímicos. Además, los grandes volúmenes de biomasa vegetal provenientes de las cosechas pueden ser incorporadas como cobertura muerta en lugar de quemarlas como sucede frecuentemente, provocando incendios forestales, contaminación del aire y degradación de los suelos.

#### **5. AGRADECIMIENTO**

El autor expresa su agradecimiento a la Academia de la Ciencia Agrícola de Venezuela (ACAV), por sus valiosas colaboraciones en la realización de esta investigación como aporte investigativo en la búsqueda de alternativas ecológicas y ambientales en el control de arvenses y; al personal de obreros y vigilancia de la UNELLEZ, por permitir desarrollar esta investigación en su cultivo de musáceas establecido como unidad de producción orgánica colectiva del personal.



## REFERENCIAS

- Adeux, G., Vieren, E., y Carlesi, S. (2019). Mitigating crop yield losses through weed diversity. *Nature Sustainability*, 2, 1018–1026.
- Agüero-Alvarado, R., Rodríguez-Ruiz, A., González-Lutz, M., Portuguez-García, P., y Brenes-Prendas, S. (2018). Abundancia y cobertura de arvenses bajo manejo convencional y orgánico de café y banano. *Agronomía Mesoamericana*, 29(1), 85-93.
- Alarcón, R., Sánchez, A., y Hernández-Plaza, E. (2019). Manejo y diversidad de las comunidades arvenses en las estepas cerealistas: Propuestas para una gestión sostenible. *Ecosistemas*, 28(3), 36-45.
- Alemán, F., Quezada, J., y Garmendia, M. (2012). *Flora arvense y ruderal del pacífico y centro de Nicaragua*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria (UNA).
- Anzalone, A., Ramírez-Guerrero, H., Lugo, J., Cirujeda, A., Zaragoza, C., y Aibar, J. (2011). Evaluación de cubiertas de suelo para el control de malezas en la producción integrada de tomate. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 28, 71-90.
- Bretagnolle, V., y Gaba, S. (2015). ¿Weeds for bees? A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35, 891–909.
- Carbonó, E., y Cruz, Z. (2005). Identificación de coberturas promisorias para cultivo de banano en la zona de Santa Marta. *Intropica*, 2, 7-22.
- Ciacci, M. (2014). Influencia de las coberturas vegetales sobre el comportamiento del cultivo del duraznero y sobre los atributos del suelo. Mendoza, Argentina: Universidad Nacional del Litoral.
- Dodson, E. y Peterson, D. (2010). Mulching effects on vegetation recovery following high severity wildfire in north-central Washington State, USA. *Forest Ecology and Management*, 260, 1816-1823.
- FAO. (2017). *Principios y prácticas para el uso del suelo de cultivos de cobertura en el manejo de sistemas de malezas*. Roma, Italia: FAO.



- Fernández, C., y Vega, J. (2016). Efectos de la aplicación de mulch para el control de la erosión post-incendio sobre la recuperación de la vegetación en áreas de matorral. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For*, 42, 103-110.
- Fischer, C., y Türke, M. (2016). Seed preferences by rodents in the agri-environment and implications for biological weed control. *Ecology and Evolution*, 6, 5796-5807.
- Frutos, J. (2015). Efecto de la utilización del mulch natural, maíz (*Zea mays* L.), caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), vicia (*Vicia sativa* L.), y avena (*Avena sativa* L.), sobre la producción del brócoli (*Brassica oleracea* L.), en el Campus Querochaca. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- García, L. (2013). Glosario etimológico de las arvenses más representadas en los agroecosistemas de Cuba. Trabajo de Diploma. Santa Clara, Cuba: Universidad Central Marta Abreu de Las Villas.
- Guerrero, I., Martínez, P., Morales, M., y Oñate, J. (2010). Influence of agricultural factors on weed, carabid and bird richness in a Mediterranean cereal cropping system. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 195, 36-43.
- Guglielmini, A., Verdú, A., y Satorre, E. (2017). Competitive ability of five common weed species in competition with soybean. *International Journal of Pest Management*, 63, 30-36.
- Gunton, R., Petit, S., y Gaba, S. (2011). Functional traits relating arable weed communities to rop characteristics. *Journal of Vegetation Science*, 22, 541-550.
- Hernández, G., León, P., Cruz, O., y Indrani, Y. (2008). Influencia del mulch en los índices de crecimiento del frijol variedad Bat-304. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(4), 46-49.
- Kondo, S., Alcantar, J., Ramos, H., Palacios, F., y Ortiz, Á. (2012). *Cobertura Vegetal*. El Salvador: CENTA-MAG.
- Mahaut, L., Fried, G., y Gaba, S. (2017). Patch dynamics and temporal dispersal partly shape annual plant communities in ephemeral habitat patches. *Oikos*, 127(1), 10-18.



- Neve, P., Vila-Aiub, M., y Roux, F. (2009). Evolutionary-thinking in agricultural weed management. *New Phytologist*, 184, 783-793.
- Peña, K., Rodríguez, J., Olivera, D., Fuentes, P., y Meléndrez, J. (2016). Prácticas agrícolas sostenibles que incrementan los rendimientos de diferentes cultivos en Sancti Spíritus, Cuba. *Agronomía Costarricense*, 40(2), 117-127.
- Pérez-Figueroa, H. (2020). Evaluación de la variación de temperatura en Barinas: Periodo 2000-2015. *Revista Ambientellanía*, 3(1), 21-30.
- Rincón, A., Rodríguez, B., González, V., y Pabón, Y. (2018). *Evaluación del efecto de una cobertura vegetal viva y una muerta en el desarrollo de cuatro especies de plantas aromáticas en Nazareth, Sumapaz*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Storkey, J., y Neve, P. (2018). ¿What good is weed diversity? *Weed Research*, 58, 239-243.
- Valverde, H., Morales, M., y Walsh, B. (2016). *Manual técnico agroecológico*. (H. Valverde, Ed.). Managua, Nicaragua: MAONIC.