

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

Ingeniería Agronomía

TRABAJO DE DIPLOMA

Título: Arvenses asociadas al manejo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la en la UBPC "Jesús Menéndez"

Autor: Roberto A. Torres Rigó

Tutores: M Sc. Pedro Martínez Campo

Santa Clara, junio, 2019
Copyright©UCLV

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

Agronomy Engineering

DIPLOMA THESIS

Title: Arvenses associated to potato (*Solanum tuberosum* L.) management at UCLV "Jesús Menéndez"

Author: Roberto A. Torres Rigó

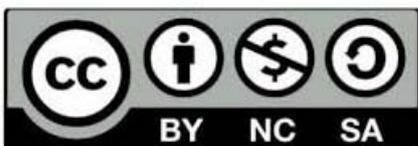
Thesis Director: MSc. Pedro Martínez Campo

Santa Clara, June, 2019
Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830
Teléfonos.: +53 01 42281503-1419

Resumen

Las arvenses representan uno de los principales problemas del cultivo de papa, sin embargo no siempre se tienen en cuenta la dinámica de sus poblaciones para mejorar su manejo. El presente trabajo se propone evaluar las arvenses asociadas al manejo del cultivo de la papa y su influencia sobre el rendimiento agrícola en la Unidad Básica de Producción “Jesús Menéndez”. Esta investigación se realizó en condiciones de producción, sobre un suelo Pardo mullido medianamente lavado, en la Empresa Agropecuaria “Valle del Yabú”, perteneciente al municipio Santa Clara. El cultivar utilizado fue Ultra, plantado el 18 de diciembre de 2018 y cosechado a los 94 días. Para la evaluación de la población de arvenses se utilizó un marco de 0.50 m x 0.50 m. Antes de plantar el cultivo se determinó el banco de semilla de arvenses. Durante el desarrollo del cultivo se realizaron cinco muestreos. En cada evaluación se identificaron las especies y se cuantificó el número de individuos para el cálculo de los índices ecológicos. Fueron identificadas siete familias y 11 especies de arvenses, siendo la familia Poaceae la más dominante dentro de la comunidad. La especie *C. rotundus* L. presentó los mayores valores de Frecuencia relativa y Abundancia relativa. Se observaron diferencias entre los índices ecológicos de las especies de arvenses durante el desarrollo del cultivo. Los rendimientos en el cultivo estuvieron por encima de la media histórica alcanzada en la empresa.

Palabras claves: evaluación, abundancia, frecuencia.

Abstract

The weeds represent one of the main problems of the culture of potato, however the dynamics of their populations are not always taken into account to improve their management. The present work intends to evaluate the weeds associated with the management of the potato crop and its influence on the agricultural yield in the Basic Unit of Production "Jesus Menéndez". This investigation was carried out under production conditions, on a moderately washed Brown Flooring soil, in the Agricultural Company "Valle del Yabú", belonging to the municipality of Santa Clara. The cultivar used was the Ultra, planted on December 18, 2018 and harvested at 94 days. For the evaluation of the population of arvensis a frame of 0.50 m x 0.50 m was used. Before planting the crop, the weed seed bank was determined. During the development of the crop, five samples were taken. In each evaluation, the species were identified and the number of individuals was quantified for the calculation of the ecological indexes. Seven families and 11 species of weeds were identified, with the Poaceae family being the most dominant within the community. The species *C. rotundus* L. presented the highest values of relative frequency and relative abundance. Differences were observed between the ecological indices of weed species during the development of the crop. The yields in the crop were above the historical average obtained in the enterprise.

Keywords: evaluation, abundance, frequency.

Índice

1. Introducción	1
2. Revisión Bibliográfica	3
2.1. El cultivo de la papa	3
2.1.1. Origen y domesticación de la papa	3
2.1.2. Ubicación taxonómica	3
2.1.3. Importancia alimenticia de la papa	4
2.1.4. Producción mundial y en Cuba de papa.....	4
2.1.5. Períodos de crecimiento y fases de desarrollo.....	5
2.1.6. Desarrollo y crecimiento del cultivo	6
2.2. Arvenses	7
2.2.1. Influencia de las arvenses sobre el rendimiento del cultivo.....	8
2.2.2. Alelopatía	9
2.2.3. Características de las arvenses asociadas al éxito ecológico	10
2.2.4. Clasificación de las arvenses	13
2.3. Manejo de arvenses	14
2.3.1. Período crítico de interferencia	16
2.3.2 Umbral económico.....	16
3. Materiales y métodos	18
3.1. Determinación del banco de semilla de arvenses	19
3.2. Determinación de la composición de la población de plantas arvenses en el cultivo	20
3.2.1. Determinación de los índices ecológicos de las poblaciones de arvenses: Frecuencia relativa (Fr) y Abundancia relativa (Ar).....	20
3.3. Determinación de la Eficacia técnica de la aplicación de herbicidas	21
3.4. Rendimiento.....	22
3.5. Procesamiento estadístico	22
4. Resultados y discusión	23
4.1 Determinación del banco de semillas de arvenses	23
4.2. Determinación de la composición de la población de plantas arvenses en el cultivo	25

4.2.1 Determinación de los índices ecológicos de las poblaciones de arvenses: Frecuencia relativa (Fr) y Abundancia relativa (Ar).....	29
4.3. Resultados de la Eficacia técnica	35
4.4. Rendimiento.....	35
5. Conclusiones	36
6. Recomendaciones	37
7. Bibliografía	1

1. Introducción

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es originaria de América del Sur. Sus primeros cultivadores se ubican en la Cordillera de los Andes. Es reconocida por su alta productividad y valor nutritivo, este último dado por su contenido de almidón y por presentar proteínas particularmente valiosas debido a sus altos contenidos de aminoácidos esenciales (FAO, 2008). Además de suministrar energía (79,3 kcal), posee una buena cantidad de otros metabolitos beneficiosos para la salud humana, esto son: Flavonoides, Fenoles y Carotenoides (Muñoz, 2014)

Es considerada la papa como el cuarto cultivo más importante en el mundo, teniendo históricamente un papel fundamental en la seguridad alimentaria, debido a su alto rendimiento de producción por unidad de área y tiempo (FAO, 2018)

Su mayor área de producción y consumo se concentra en Europa y Asia. Dentro de los primeros diez países productores del mundo, nueve pertenecen a estas regiones, siendo China el mayor productor. En el año 2017 se alcanzó una producción mundial cercana a las 392 000 000 t (Fedepapa, 2017)

En Cuba se invierten cada año cuantiosos recursos financieros en este importante cultivo al cual le ha dado, durante décadas, una alta prioridad, no solo por su valor nutricional y su aceptación por la población, sino por las potencialidades que le permiten producir altos volúmenes de producción por unidad de superficie (MINAG, 2016). En el año 2017 se logró plantar 230 577 ha con una producción de 147 044 t (ONEI, 2018).

Continúan siendo de mucha importancia para Cuba las investigaciones sobre los factores determinantes en el crecimiento y producción del cultivo de la papa para mejorar el manejo de los recursos agroecológicos. En este sentido, las arvenses han tenido un impacto negativo de importancia en la producción de este cultivo.

Las arvenses son especies vegetales que conviven con los cultivos económicos y su manejo es considerado como la actividad de selección y conservación de coberturas nobles, que evitan la competencia inter-específica durante su período crítico y simultáneamente contribuyen a la protección del recurso natural suelo.

Según Blanco y Leyva (2011) en competencia inter-específica no regulada, las arvenses representan el problema más severo de la agricultura mundial, ya que su acción invasora facilita su interferencia en los cultivos. Por tal razón, resulta necesario conocer las especies dominantes, para implantar modelos de manejo que disminuyan su interferencia con los cultivos económicos, pero a la vez mantengan el equilibrio ecológico necesario.

Esta problemática que generan las arvenses, está presente en el cultivo de la papa en la UBPC “Jesús Menéndez” de la Empresa Agropecuaria Valle del Yabú. Por esta razón se propone el siguiente **problema científico**:

En la UBPC “Jesús Menéndez” existen deficiencias en el manejo de las poblaciones de arvenses asociadas a la papa que influyen en el rendimiento de este cultivo.

Para dar respuesta a este problema se traza la siguiente **Hipótesis**:

Si se logra un adecuado manejo del cultivo de la papa, entonces se podrá disminuir la influencia de las arvenses asociadas e incrementar los rendimientos agrícolas de este cultivo en el área de producción de la UBPC “Jesús Menéndez”.

Objetivo general:

Evaluar las arvenses asociadas a la papa y su influencia sobre el rendimiento agrícola en la UBPC “Jesús Menéndez”.

Objetivos específicos:

1. Identificar las especies de plantas arvenses más frecuentes y abundantes asociadas a la papa en la UBPC “Jesús Menéndez”.
2. Determinar la composición de la población de arvenses asociadas a la papa en la UBPC “Jesús Menéndez”.
3. Determinar la influencia sobre el rendimiento agrícola y sus componentes de las arvenses asociadas a la papa.

2. Revisión Bibliográfica

2.1. El cultivo de la papa

2.1.1. Origen y domesticación de la papa

La historia de la papa (*Solanum tuberosum* L.) se remonta a unos 8000 años atrás, cerca del lago Titicaca, que está a 3 800 metros sobre el nivel del mar en la cordillera de los Andes en América del Sur, en la frontera entre Bolivia y Perú. En esta zona, según revelan las investigaciones, las comunidades de cazadores y recolectores que habían poblado el sur del continente por lo menos unos 7000 años antes, comenzaron a domesticar las plantas silvestres de papa que se presentaban en abundancia en los alrededores del lago (FAO, 2018).

Existe evidencia arqueológica de que varias culturas antiguas como la Inca, la Tiahuanaco, la Nazca y la Mochica, cultivaron la papa. Aparentemente las especies de papa cultivada se originaron a partir del nivel diploide (dos pares de cromosomas). Entre 160 y 180 de las 2000 especies de *Solanum* conocidas forman tubérculos, de las cuales solo ocho son especies comestibles cultivadas (Avilés y Piedra, 2017).

2.1.2. Ubicación taxonómica

Según Cronquist (1981) la ubicación taxonómica es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum*

Especie: *Solanum tuberosum* L.

Actualmente, de acuerdo con los resultados de los estudios realizados por Angiosperm Phylogeny Group (APG 2003, 2009, 2016), la especie *Solanum tuberosum* L. es consistente en su ubicación taxonómica dentro del orden Solanales, familia Solanaceae, género *Solanum* L., perteneciente al Grupo de las Eudicotiledóneas.

2.1.3. Importancia alimenticia de la papa

La papa se encuentra entre los diez alimentos más importantes producidos en el mundo. Es el cuarto cultivo alimenticio en orden de importancia a nivel mundial, después del trigo, el arroz y el maíz (López *et al.*, 2017). Proporciona alimento nutritivo más rápidamente que cualquier otro cultivo.

El 85 % de la planta es alimento para el ser humano. Es rica en carbohidratos, baja en grasa y, si se consume con todo y piel, es una buena fuente de vitaminas C, B1, B3, B6; hierro, potasio, fósforo, magnesio, folato, ácido pantoténico, riboflavina y antioxidantes (Sánchez, 2017). Contiene menos calorías y grasas que otras fuentes de estos compuestos, como son el pan, las pastas o el arroz (Muñoz, 2014).

En los tubérculos de papa, dos de las más importantes características de calidad son el contenido de almidón (60 a 80 % del contenido de materia seca total), el cual tiene influencia directa con la textura de los productos cocinados y el contenido de azúcares (Morales, 2011).

2.1.4. Producción mundial y en Cuba de papa

Los principales países productores de papa en el mundo son China, India, Federación de Rusia, Ucrania, Estados Unidos de América, Alemania, Bangladesh, Polonia, Países Bajos y Francia. Asimismo, entre los cinco países con mejor rendimiento se encuentran Kuwait con 62.4 t ha⁻¹, Nueva Zelanda 49.3 t ha⁻¹, Estados Unidos de América 48.2 t ha⁻¹, Bélgica 47.6 t ha⁻¹ y Alemania 46.8 t ha⁻¹ (FAO, 2017).

La producción mundial de papa para el año 2017 se estimó con un crecimiento del 1,8% respecto al 2016. Este crecimiento está sustentado en gran medida por el avance de China que es el mayor productor del mundo. Se estima que su producción ascenderá a los 100 000 000 t para este período con una tasa de crecimiento respecto al año anterior será de 2,4 % (Fedepapa, 2017).

El principal productor de papa en América Latina es Perú seguido por Brasil y la Argentina. Es también Perú el principal consumidor de la región con alrededor de 85 kilos per cápita por año que representa un 10% más de lo que se consumía cinco años antes (Fedepapa, 2017).

En Cuba, cada año se planta alrededor de 7 515 hectáreas. En el año 2017 se logró plantar 230 577 ha con una producción de 147 044 t. El rendimiento de

este cultivo entre los años 2012 y 2017 osciló entre 20,54 t ha⁻¹ y 22,72 t ha⁻¹ (ONEI, 2018).

2.1.5. Períodos de crecimiento y fases de desarrollo

El ciclo biológico de la papa comprende cuatro periodos diferenciados que se producen en épocas distintas según el clima y la variedad, López *et al.* (1995) hizo referencia a estos cuatro períodos.

El primer periodo comprende desde la plantación del tubérculo hasta la brotación, este lapso depende de la variedad de la papa y de la preparación a que se sometan los tubérculos con el objetivo de aproximar la madurez fisiológica a la fecha de recolección. El tubérculo en condiciones adecuadas de humedad y a temperaturas de 12 °C y 22 °C emite raicillas y después tallos cortos que al crecer llegan a la superficie (López *et al.*, 1995).

El segundo periodo comienza con la brotación y se extiende hasta que los tubérculos alcanzan un diámetro de 0,5 cm. Durante este periodo crecen el sistema radical y el aéreo, y las hojas alcanzan gran desarrollo; este es tanto más rápido cuanto mayores sean la temperatura y el grado higrométrico. Para el desarrollo es necesario que las raíces dispongan de abundantes elementos nutritivos en forma asimilable, ya que si estos escasean el crecimiento se restringe.

Es un hecho comprobado que las plantas con pocos tallos producen escasos tubérculos de gran tamaño y que lo contrario ocurre cuando existen cinco o seis tallos aéreos por pie de planta. En este periodo el suministro de agua frecuente creara las condiciones para un buen desarrollo (López *et al.*, 1995).

El tercer periodo comprende desde el comienzo de la formación del tubérculo hasta la floración. Se produce un aumento en el peso y tamaño del tubérculo. La porción aérea sufre un colapso vegetativo lo que hace que al final de este periodo su crecimiento sea escaso o nulo. El tamaño y el número de los tubérculos que produce cada pie de planta dependen principalmente de la variedad y de la fertilización (López *et al.*, 1995).

El cuarto período comienza con la floración y se extiende hasta la recolección. La aparición de las flores coincide generalmente con el final del desarrollo de la parte aérea. La floración depende de la variedad, de la humedad del suelo y del grado higrométrico, pero no parece afectar el número y el tamaño de los

tubérculos de cada planta. El final de este período se conoce por el color amarillo que adquieren las hojas, las que se secan y la planta queda defoliada (López *et al.*, 1995).

2.1.6. Desarrollo y crecimiento del cultivo

Una vez emergida la planta y hasta que el follaje cubre todo el terreno disponible, la fotosíntesis neta conseguida es usada para el crecimiento general de la planta, tanto su parte aérea como radical y estolonífera. El desarrollo óptimo del cultivo en todas sus etapas se favorece con prácticas agronómicas tendientes a lograr una mayor densidad de plantación, suministro adecuado de nutrientes, abastecimiento oportuno de agua, clima con temperaturas entre los 18 y 25°C, una alta intensidad lumínica y un gran número de yemas en el tubérculo utilizado como propágulo (Salomón *et al.*, 2011).

En las primeras etapas del ciclo de las plantas, el crecimiento es sostenido por las reservas acumuladas en el tubérculo. La gran cantidad de reservas que este contiene permite que en condiciones óptimas de temperatura entre 20 y 23 °C, la expansión del área foliar sea muy rápida. Al irse consumiendo las reservas y aumentando el área foliar fotosintéticamente activa, esta pasa a ser la fuente principal de asimilatos. El cultivo de papa en condiciones óptimas de crecimiento puede llegar a cubrir totalmente el suelo en 40 o 45 días después de la emergencia, alcanzando la mayor área foliar del ciclo, la que consideraremos como óptima. El crecimiento del follaje es resultado de dos procesos combinados: ramificación y la aparición de hojas y expansión o crecimiento de las hojas (Morales, 2011).

La formación de tubérculos es el proceso determinante en la formación de la cosecha de este cultivo. Existen varios factores del ambiente y del manejo que afectan el inicio de la tuberización. La papa es una planta de día corto (DC) para la tuberización. El acortamiento de los días (fotoperíodo corto) es un factor que estimula o acelera la entrada en tuberización, pero no determina este proceso. En condiciones de día largo (DL) (fotoperíodo creciente) inician la tuberización, aunque el largo de la 1ra etapa, a igualdad de condiciones de otros factores, será algo mayor con DL que con DC. La respuesta de este cultivo al fotoperíodo es una “respuesta cuantitativa” (Harris, 1992).

En el inicio de la tuberización, la disponibilidad de asimilatos o azúcares simples en la planta para el inicio de los tubérculos es fundamental. En la aparición del primer racimo floral en la planta, el inicio de la tuberización está afectado por la relación Fuente (disponibilidad de asimilatos) y la Fosa (follaje de la planta). Como la temperatura es uno de los factores fundamentales que afecta esta relación, tiene una gran influencia en la determinación del momento de inicio de la tuberización.

Según Gámez (2017) en las temperaturas por debajo de 17 °C, si bien tenemos una baja fuerza de fosa del follaje, la TAN es menor y también es menor la tasa de aparición y expansión de hojas que permita alcanzar una alta intercepción de la radiación en corto tiempo. Esto hace que a temperaturas por debajo de 17 °C también retrasen el inicio de la tuberización. Entre 17 y 20 °C no hay diferencias significativas.

El cultivo de papa demanda grandes cantidades de nutrimentos, principalmente nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) durante todo su ciclo. Un manejo adecuado requiere además de conocer la fertilidad actual del suelo, asociarla con la demanda total y la tasa diaria de acumulación nutrimental del cultivo, las cuales están en función de la tasa de crecimiento, etapa fenológica, variedad, condiciones ambientales y meta de rendimiento. También, debe considerarse la rentabilidad y el impacto ambiental que causan los fertilizantes en suelo, el agua y aire (Sifuentes *et al.*, 2013).

2.2. Arvenses

El concepto de arvense es una expresión de la conveniencia humana, debido a que el término sólo sirve para clasificar todo aquello que crece en donde no conviene. Una planta que en un momento puede significar alimento, medicina o ayudarnos a embellecer nuestro entorno, podría ser considerada bajo otro contexto una arvense.

Arvense es un vocablo proveniente del latín Arvensis (derivado de Arvum, campo en el sentido agrícola). Es la vegetación subserial que invade los cultivos y prados artificiales (Font Quer, 1970).

Según Radosevich *et al.* (2007) se consideran como arvenses a todas las plantas superiores, que por crecer junto o sobre plantas cultivadas, perturban o

impiden el desarrollo normal, encarecen el cultivo y merman sus rendimientos o la calidad.

2.2.1. Influencia de las arvenses sobre el rendimiento del cultivo

Las arvenses constituyen una plaga importante formada por un complejo de especies con características disímiles que provocan grandes pérdidas de los rendimientos en los cultivos. Las pérdidas anuales causadas por las arvenses en la agricultura de los países en desarrollo han sido estimadas en el orden de los 125 000 000 t de alimentos, cantidad suficiente para alimentar 250 000 000 de personas (Parker y Fryer, 1975).

Blanco y Leyva (2011) refieren que, en la zona tropical, donde se encuentra Cuba, las poblaciones de arvenses son generalmente elevadas en los cultivos y si no se establece un conjunto de medidas para su manejo, las pérdidas pueden ser superiores al 25 % de las cosechas.

Pérez (1992) en sus investigaciones sobre las pérdidas provocadas por arvenses en cultivos específicos plantea que estas pueden alcanzar el 78 % en tomate, el 94 % en ajo y cebolla, y el 72 % en maíz. En el caso de la papa las pérdidas pueden alcanzar hasta el 66 % sino son bien manejadas.

Hoy en día las arvenses han ganado espacio en los sistemas de cultivos, a través de una agricultura convencional, pues se considera que la presencia de diferentes especies de arvenses dentro de los cultivos tiene un profundo impacto en la composición e interacciones de la entomofauna del cultivo, a tal punto que los predadores y los parasitoides son más efectivos en los hábitats complejos (Gaecía *et al*, 2000).

Los insectos benéficos tienen mayores posibilidades de encontrar presas alternativas, abrigo, sitios para reproducción y refugios para la dormancia (Zamora *et al.*, 2004). Además, se deben aprovechar otros beneficios que estas otorgan como: insecticidas, fungicidas repelentes, alimento humano y animal, mejoramiento genético, medicinal y conservación del suelo (Altieri y Letourneau, 1989). Es necesario la disminución de las perturbaciones continuas de los sistemas agrícolas e incremento en el número de interacciones biológicas, indispensables para mantener el equilibrio en los agroecosistemas.

Desde el punto de vista perjudicial las arvenses adquieren gran importancia en los agroecosistemas. Interfieren con la cosecha del cultivo e incrementan los costos de tales operaciones; en la cosecha, las semillas de estas pueden contaminar la producción. Por lo tanto, la presencia de arvenses en las áreas de cultivo reduce la eficiencia de los insumos, tales como: el fertilizante y el agua de riego, fortalecen la densidad de otros organismos y plagas, finalmente, reducen severamente el rendimiento y la calidad del cultivo (Grime, 1982).

La competencia con los cultivos por los nutrientes del suelo, el agua y la luz es uno de sus principales danos. Además, hospedan insectos y patógenos dañinos a los cultivos, sus exudados de raíces y filtraciones de las hojas pueden ser tóxicos para las plantas cultivadas. Este fenómeno es conocido por alelopatía.

2.2.2. Alelopatía

La característica estacionaria de las plantas ha hecho que desarrollen diferentes mecanismos de comunicación y defensa. Uno de los más importantes es el mecanismo químico, en donde las plantas producen metabolitos secundarios y los liberan al medio. Dentro de estos metabolitos se encuentran los aleloquímicos, causantes del fenómeno conocido como alelopatía química que han venido siendo estudiados para conocer sus efectos positivos y negativos sobre las arvenses y los cultivos (Oliveros, 2008). La acción de estos aleloquímicos puede ser muy específico sobre determinada especie (Blanco, 2006).

El término alelopatía, del griego *allelon* (uno al otro) y *pathos* (sufrir); es el efecto injurioso de uno sobre otro. Esta terminología fue utilizada por primera vez por Molisch (1937) para referirse a los efectos perjudiciales o benéficos que son, ya sea directa o indirectamente, el resultado de la acción de compuestos químicos que, liberados por una planta, ejercen su acción sobre otra (Cheema *et al.*, 2013).

Narwal y Haouala (2011) consideran que la alelopatía es un proceso natural que envuelve la producción de un metabolito secundario (aleloquímicos) por las plantas, que una vez liberado al ambiente influye sobre el crecimiento y desarrollo de sistemas agrícolas.

Las sustancias alelopáticas son liberados del organismo por lixiviación, exudación y volatilización de las partes aéreas o subterráneas de la planta al medio ambiente o por la descomposición de sus residuos en el suelo en cantidades suficientes. Las mismas pueden manifestar efectos inhibitorios, estimulantes e incluso autotóxicos en plantas de cultivos o arvenses al ser incorporados por estos al medio (Bhadoria, 2011).

Las bajas concentraciones de estos metabolitos secundarios con características alelopáticas provocan estimulaciones, mientras que al elevarse inducen inhibiciones de algunos procesos metabólicos (Cheema *et al.*, 2013).

Las arvenses pueden afectar a los cultivos por medio de la excreción de sustancias tóxicas al medio que limitan el desarrollo de otras plantas a su alrededor (Farooq *et al.*, 2011). En relación con este fenómeno, Rodríguez *et al.* (2016) reportan el efecto inhibitorio sobre la germinación de semillas a causa de los compuestos exudados, en ciertas especies no cultivadas entre las que se incluyen las arvenses.

Según López-Sariego *et al.* (2016) los extractos de la arvense *Matricaria chamomilla* tienen un significativo efecto alelopático inhibitorio sobre el desarrollo radicular del trigo duro. Las acciones de estos extractos pueden provocar una disminución en la longitud de la raíz de hasta un un 32 %.

2.2.3. Características de las arvenses asociadas al éxito ecológico

De las 30 familias botánicas que contienen a las peores arvenses del mundo, cinco de ellas: Poáceas, Solanáceas, Convolvuláceas, Euforbiáceas y Fabáceas también suministran el 75 % del alimento mundial. Esta observación implica que los cultivos y las arvenses comparten características taxonómicas y orígenes evolutivos comunes.

Las arvenses son una forma especial de vegetación altamente exitosa en ambientes agrícolas, ya que son poblaciones vegetales que crecen en ambientes perturbados por el hombre sin haber sido sembradas.

Una de las características de las arvenses que se asocia a su éxito ecológico es su habilidad competitiva. Poseen una gran cantidad de reservas acumuladas en órganos de propagación vegetativa o almacenaje que conduce a una rápida expansión del follaje, un sistema aéreo y subterráneo vigoroso con un crecimiento acelerado que permite un rápido aprovechamiento de los recursos

del ambiente y una expansión tanto lateral como horizontal que resulta en una muy alta densidad de vástagos y raíces (Labrada *et al.*, 1996).

La dispersión de las semillas en el espacio es la diseminación de un lugar a otro. El significado de este proceso para un organismo depende de su ambiente. Tanto para las arvenses como para otras especies que conforman la sucesión, la supervivencia continuada depende del escape y el establecimiento a nuevas áreas que puedan ser más benignas para la supervivencia que la ocupada por su progenitor.

Además del número de semillas que cada individuo produce, otros factores importantes que determinan el número de semillas que caen por unidad de área son la dispersabilidad de las semillas y la actividad de los agentes de dispersión (Labrada *et al.*, 1996). La dispersabilidad es una función de las características de las semillas las cuales incluyen apéndices sobre la semilla o el fruto.

Muchas arvenses comunes poseen formas muy especializadas de dispersión mecánica, mientras que en otras la semilla es propulsada por diversos mecanismos de tensión que ocurren en el fruto. La forma más común de dispersión es la pasiva, la cual se incrementa por la actividad de los agentes de dispersión como el viento, el agua, los animales y el hombre (Labrada *et al.*, 1996).

Según Labrada *et al.* (1996) las actividades del hombre constituyen el aporte más significativo en este aspecto. La siembra de semilla sin certificación de pureza, la falta de limpieza en las herramientas e implementos de labranza y cosecha, el traslado de áreas y el agua de riego constituyen entre otras las principales vías de dispersión e invasión de arvenses en nuevas áreas.

Otras características importantes de las arvenses son la latencia y la germinación de la semilla. La mayoría de las arvenses exitosas poseen prolongada viabilidad y pronunciada latencia, permitiendo su supervivencia en condiciones inadecuadas para el crecimiento de las plantas y la persistencia por largos periodos en el suelo. La latencia puede ser definida como un estado en el cual las semillas o yemas viables no germinan aun cuando existen condiciones de temperatura, humedad y concentración de oxígeno adecuadas (Roschewitz *et al.*, 2005).

La latencia está considerada como el factor primario que contribuye a la presencia continuada de semillas de arvenses en los suelos agrícolas. Como contraste, la latencia ha sido eliminada por el mejoramiento genético en la mayoría de las especies cultivadas de tal manera que ocurra una germinación y una emergencia sincrónica (Blanco y Leyva, 2007).

La latencia y la germinación son procesos fuertemente sincronizados con los cambios ambientales (Blanco, 2016). La sincronización ambiental provee a las semillas de una mayor seguridad de supervivencia, dado que la germinación ocurre en el momento en que las condiciones ambientales son también favorables para el crecimiento. Según Contreras y Moreno (2005) se puede decir que la latencia y la germinación son procesos muy complejos e interrelacionados, que están controlados por factores bioquímicos, fisiológicos y estructurales.

La germinación de semillas de arvenses también se ve muy disminuida con la profundidad, donde los niveles de oxígeno son bajos, hay ausencia de la luz y las temperaturas menores. La mayoría de las semillas de arvenses germinan mejor a profundidades de 0,5 a 2 cm. De esta manera, la germinación de semillas de arvenses es promovida por las labranzas, que traen semillas ubicadas en la profundidad del suelo hacia la superficie (Roschewitz *et al.*, 2005).

Una vez germinada la semilla o brotado el propágulo, el desarrollo del sistema radicular de las arvenses es acelerado. Está demostrado que 20 días luego de la emergencia la mayoría de las arvenses tienen sistemas radiculares mayores y superficies de absorción más elevadas que los cereales con los cuales compiten. El desarrollo del sistema radicular es el principal factor que contribuye a una explotación de la humedad del suelo y los nutrientes asociados, confiriendo así una competitividad superior (Pardé *et al.*, 1994). Los valores más altos de Eficiencia en el uso del Agua (WUE) en las plantas C4 (donde se incluyen muchas especies de arvenses) en relación a las C3 hacen que la arvenses sean más productivas cuando el agua es limitante (Vadell *et al.*, 2008).

Las arvenses poseen una gran plasticidad que le permite adaptarse a los cambios que se producen en el ambiente. Los sistemas agrícolas en los cuales

se encuentran las arvenses son a menudo sistemas muy perturbados en los que se presenta el suelo altamente expuesto, sin cobertura con extremos de temperatura en su superficie y fluctuaciones importantes tanto en la humedad como en los niveles de nutrientes. Estos cambios generalmente ocurren de manera impredecible (Vadell *et al.*, 2008). Esta tolerancia a la variación ambiental se le designa plasticidad.

La reproducción vegetativa vigorosa y la regeneración a partir de fragmentos constituyen otra de las características mencionadas por Baker en su lista de atributos de la arvense ideal (Labrada *et al.*, 1996). El 61 % de las 18 peores arvenses exhibe alguna forma de propagación vegetativa. La propagación vegetativa tiene los mismos efectos que la autopolinización o retrocruza, el resultado de ambos procesos es una rápida multiplicación de individuos con genotipos apropiados para el ambiente en cuestión (Reynolds *et al.*, 2013).

Según Blanco (2016) las arvenses que se reproducen vegetativamente poseen estructuras especializadas que pueden sobrevivir en temperaturas bajas, algún nivel de sequía u otra condición desfavorable. Cuando estas estructuras están localizadas por debajo de la superficie del suelo son muy persistentes y robustas.

Las arvenses también se pueden reproducir sexualmente. Por esta vía producen abundantes semillas y de forma continuada bajo condiciones ambientales diferentes. La densidad juega un papel crucial en la producción de semillas por cada individuo.

La combinación selectiva de los dos procesos exhibe una complementariedad muy eficiente: la reproducción sexual es significativa en la etapa de colonización o de reinstalación de la plaga en el campo y la propagación vegetativa multiplica muy rápidamente los genotipos más exitosos (Powell *et al.*, 1985).

2.2.4. Clasificación de las arvenses

Las arvenses se pueden clasificar de diversas formas en dependencia del interés particular de las personas en un momento dado. Algunas de estas clasificaciones permiten agrupar a las arvenses para su manejo. Según Paredes (2011) un manejo exitoso depende del conocimiento específico de la

planta arvenses y comprendiendo sus características e historial, incluyendo el medio de reproducción.

Generalmente las arvenses se clasifican en dicotiledóneas o monocotiledóneas, haciendo alusión entre otras cosas al número de cotiledones que contienen las semillas (Gamboa y Alemán, 1992). Otra forma de agruparlas es por su longevidad formando tres grandes grupos: anuales, bianuales o bienales y perennes (Gamboa y Alemán, 1992)

Una arvense anual desarrolla su ciclo de vida en un año o menos, mientras que las bianuales sobrepasan este tiempo para completar su ciclo y las perennes tienen un ciclo más prolongado que las dos primeras, teniendo como una característica distintiva que se pueden propagar tanto por semilla (sexual) como por propágulos vegetativos (asexual), siendo esta última la forma principal de dispersión (Gamboa y Alemán, 1992)

El hábito de crecimiento y porte de las arvenses es otra característica importante en su relación con los cultivos, es por ello que teniendo en cuenta estos se clasifican formando tres grandes grupos: Las erectas, que son plantas con tallos ortotrópicos o de crecimiento erecto. Las rastreras, son plantas cuyos tallos crecen tendidos sobre la superficie del suelo; entre ellas existen dos variantes, las que emiten raíces principalmente en los nudos y aquellas cuyos tallos rastreros no emiten raíces. Las trepadoras, donde se agrupan las arvenses con tallo de crecimiento oblicuo y capaz de trepar sobre otra planta.

2.3. Manejo de arvenses

El conocimiento de que las arvenses compiten con los cultivos es probablemente tan antiguo como la domesticación de los cultivos y el desarrollo de la agricultura estable. El manejo de las arvenses fue desarrollado para incrementar la productividad mediante la eliminación de la interferencia.

Según la definición de la FAO (2005) el Manejo Integrado de Plagas (MIP) es una metodología que emplea todos los procedimientos aceptables desde el punto económico, ecológico y toxicológico para mantener las poblaciones de organismos nocivos por debajo del umbral económico aprovechando, en la mayor medida posible, los factores naturales que limitan la propagación de dichos organismos. De acuerdo a esta definición, el objetivo del MIP es

minimizar el uso de productos químicos y dar prioridad a medidas biológicas, biotécnicas y de fitomejoramiento, así como a técnicas de cultivo.

En el Manejo Integrado de Arvenses (MIA) se enfoca el problema utilizando en forma compatible con la calidad ambiental, todas las técnicas adecuadas y conocimientos existentes para reducir una población de arvenses a niveles tales que los perjuicios económicos que produzcan se hallen por debajo de un umbral económico aceptable. En muchos casos puede incorporar métodos físicos, químicos, mecánicos, biológicos y genéticos, conjuntamente con medidas preventivas y estudios básicos sobre biología y ecología de las arvenses.

El establecimiento de un adecuado manejo de arvenses debe tener como conocimientos básicos:

1. Identificación de las arvenses y su nivel de infestación.
2. Biología y ecología de las especies de arvenses predominantes.
3. El efecto competitivo y los umbrales económicos de las especies de arvenses predominantes.
4. Métodos de control técnicamente efectivos, económicamente viables y seguros para el ambiente.

Durante el estudio de las especies de arvenses presentes en el área de cultivo se debe determinar su grado de interferencia, este se refiere a la cantidad o densidad de arvenses presentes en el campo. También el período de presencia, en el que se debe tener en cuenta la edad de las plantas de cultivo y su relación con las demás plagas (Egúsquiza y Catalán, 2011).

Dentro de los factores limitantes en la obtención de los resultados esperados en los manejos de arvenses está precisamente el desconocimiento de las arvenses involucradas, el control en momentos no oportunos y con objetivos que no se ajustan a la realidad. La violación de estos factores encarece el ejercicio productivo y amplían la problemática del manejo (Torres, 2017).

El principal error que se comete en el MIA es empezar a actuar sobre las arvenses una vez establecido el cultivo. El MIA comienza mucho antes y continúa después, por lo que es una actividad permanente del productor (Torres, 2017). Un manejo adecuado de arvenses se realiza combinando varios métodos. La efectividad o adaptabilidad de uno u otro método depende de

varios factores: la variedad del cultivo, disponibilidad de maquinaria, factores climáticos, lo mismo que el tipo de arvenses presentes en el campo.

2.3.1. Período crítico de interferencia

Está claramente establecido que las arvenses causan la mayoría de los daños a los cultivos durante ciertas etapas de su crecimiento y el control durante este período es especialmente importante. Uno de los aspectos más estudiados de la interferencia es sobre todo la duración de los períodos con y sin arvenses.

El periodo en que el cultivo puede ser más afectado por la presencia de arvenses se denomina período crítico o época crítica de interferencia y se define como: aquel período donde el efecto de competitividad de la arvense o la interferencia de las mismas es más perjudicial para el cultivo. Y es justamente el período en donde la planta necesita altos niveles de nutrientes, luz y agua, por lo cual es afectada severamente y su daño es irreversible (Gamboa y Alemán, 1992).

Para algunos cultivos anuales, el período crítico de competencia está aproximadamente entre el primer tercio y la mitad del ciclo de vida del cultivo. Por ejemplo, en arroz y maíz, que necesitan frecuentemente de 100 a 120 días para llegar a la madurez, si se mantiene el cultivo libre de arvenses en los primeros 30 a 40 días, por lo general se asegura una buena productividad (Doll, 1994).

En estas primeras etapas del cultivo la presencia de arvenses anuales pueden ser peligrosas, pues el 44% de ellas germinan dentro de los primeros 15 días después de la siembra del cultivo. La determinación en días del período crítico de interferencia indica que, para obtener altos rendimientos del cultivo, no es necesario controlar el ciclo total de las arvenses.

2.3.2 Umbral económico

En la agricultura moderna otro aspecto importante a tener en cuenta en relación con la interferencia en los cultivos de las arvenses, es la densidad de sus poblaciones que pueden producir daños económicos. Cuando se conoce la densidad de las arvenses en un campo, se puede predecir el daño sobre el rendimiento del cultivo.

La determinación de los índices poblacionales (umbrales) se realiza mediante la estimación de la pérdida de rendimiento causada por una población o cobertura de arvenses y que equivale al costo de la medida de control a implementar. De hecho, el umbral justifica implementar económicamente una medida de control (Labrada *et al.*, 1996).

3. Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en el período comprendido de diciembre de 2018 a marzo de 2018 en la UBPC “Jesús Menéndez Larrondo”, perteneciente a la Empresa Agropecuaria Valle del Yabú, ubicada en la carretera a Sagua y en los Laboratorios del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) y el Centro de Estudio “Jardín Botánico” de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV).

El cultivar de papa utilizado fue Ultra de procedencia holandesa (MINAG, 2017) y fue plantado sobre un suelo Pardo mullido medianamente lavado (Hernández *et al.*, 2015)

Las labores al cultivo se realizaron según Instructivo Técnico para la Producción de Papa en Cuba (MINAG, 2016). La preparación de suelo se realizó por el método tradicional (Tabla 1)

Tabla 1. Labores de preparación de suelo

Labores de cultivo	Fecha de las labores	Días entre la labores
Rotura	7 de agosto de 2018	0
Cruce	7 de septiembre de 2018	31
Recruce	3 de noviembre de 2018	57
Subsolación	7 de noviembre de 2018	4
Gradeo	10 de diciembre de 2018	33
Surcado con fertilización	11 de diciembre de 2018	1

El cultivo fue plantado el 18 de diciembre de 2018 en un campo de 10 ha a una distancia de 0,90 m x 0,30 m para un espacio vital de 0,27 m². Se realizó un tape del propágulo a una profundidad ente 6 y 10 cm.

Posteriormente se realizaron las labores al cultivo: dos labores de cultivo y limpia. Asimismo se efectuaron 12 riegos en el ciclo del cultivo, el primero de ellos antes de plantarlo.

Para el control químico de arvenses se aplicó a los 19 días de plantado el cultivo una mezcla de herbicidas compuesta por Gesagard CS 50 y Gesapax PH 80. Además, se aplicaron para el control de otras plagas: Dilan, Beauveria

bassiana mezclada con *Bacillus thuringiensis*, Taspá, Silvacur y Mancozeb (Tabla 2)

Tabla 2. Propiedades de los herbicidas utilizados

Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis utilizada	Uso autorizado en papa
Gesapax PH 80	Ametrina	2,0 a 2,4 kg de ia/ha	En pre emergencia de los cultivos
Gesagard SC 50	Prometrina	1,5 a 2,0 kg de ia/ha	Para el control de arvenses anuales en pre emergencia
Dilan CE 50	Fenpiroximate	0,5 - 1,0 L PC/ha	(<i>Polyphagotarsonemus latus</i> Banks)
Beauveria bassiana 108 E/ml. INISAV. Cuba.	<i>Beauveria bassiana</i> L.	4,0 – 5,0 L PC/ha	Para el control de insectos, preferentemente del orden Coleoptera
<i>Bacillus thuringiensis</i> , 109 E/ mL, INISAV. Cuba	<i>Bacillus thuringiensis</i> L	4,0 L/ha	Aspersión al follaje contra larvas de lepidópteros
Taspá CE 500 (25+25)	Difenoconazol+ propiconazol	0,3 - 0,4 L PC/ha	Para el control de Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)
Silvacur Combi CE 30 (22,5+7,5).	Tebuconazol + triadimenol	0,4 - 0,5 L PC/ha	Para el control de Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)
Mancozeb PH 80	Mancozeb	1,6 — 2,4 kg ia/ha	Para el control de enfermedades fungosas foliares

3.1. Determinación del banco de semilla de arvenses

Para la determinación del banco de semilla de arvenses se utilizó la técnica del Conteo de Plántulas. Mediante el método de las diagonales (CNSV, 2005) se tomaron ocho muestras de suelo en el campo a una profundidad de 25 cm, antes del comienzo de la preparación de suelo. Posteriormente las muestras se mezclaron para lograr la homogeneización y se colocaron en cajas de 0,016

m³, pasados 15 días y hasta 35 días se identificaron las arvenses emergidas y se calculó la Abundancia relativa de cada una.

Abundancia relativa (Ar)

Se determinó la Abundancia relativa según Curtis y McIntosh (1951); Muellere y Ellenberg (1974); Magurran (2004), mediante la fórmula:

$$Ar = \frac{n}{\sum N} \times 100$$

Donde: n- número de individuos de una especie N- número total de individuos de todas las especies.

Según Masson y Bryssnt (1974) las especies se agruparon por la abundancia relativa calculada en las siguientes clases:

Muy abundante: si $Ar > 30$

Abundante: $\geq 10 \leq 30$

Poco abundante: $Ar < 10$

3.2. Determinación de la composición de la población de plantas arvenses en el cultivo

Para la determinación de la composición de la población de las plantas arvenses se realizaron cinco muestreos después de la emergencia del cultivo con una frecuencia quincenal en 10 puntos fijos en el campo. En cada punto se realizó la evaluación mediante el método cuadrático auxiliándose de un marco de 0,50 m x 0,50 m. Las especies de arvenses colectadas se trasladaron al Centro de Estudio Jardín Botánico de la Universidad Central de Las Villas para su posterior identificación por los especialistas de este centro.

3.2.1. Determinación de los índices ecológicos de las poblaciones de arvenses: Frecuencia relativa (Fr) y Abundancia relativa (Ar)

Para determinar las especies más representativas y abundantes dentro de las arvenses encontradas, se siguió la metodología de fijar 10 puntos fijos mencionada anteriormente en el campo y se contabilizaron las especies y su aparición mediante la utilización del método cuadrático con un marco de 0,50 m x 0,50 m. Quincenalmente se tomaron las muestras y se determinaron los índices ecológicos siguientes: Frecuencia relativa (Fr) y Abundancia relativa (Ar), según Curtis y McIntosh (1951); Muellere y Ellenberg (1974); Magurran (2004).

Frecuencia relativa (Fr):

$$Fr = \frac{A}{B} \times 100$$

Donde: A- número de veces que aparece la especie en la muestra B- número de muestras totales.

Según Masson y Bryssnt (1974) las especies se agruparon por la frecuencia relativa calculada en las siguientes clases:

Muy frecuente: si $F > 30$

Frecuente: $\geq 10 F \leq 30$

Poco frecuente: $F < 10$

Abundancia relativa (Ar)

$$Ar = \frac{n}{\sum N} \times 100$$

Donde: n- número de individuos de una especie N- número total de individuos de todas las especies.

Según Masson y Bryssnt (1974) las especies se agruparon por la abundancia relativa calculada en las siguientes clases:

Muy abundante: si $Ar > 30$

Abundante: $\geq 10 Ar \leq 30$

Poco abundante: $Ar < 10$

3.3. Determinación de la Eficacia técnica de la aplicación de herbicidas

Para el cálculo de la Eficacia técnica se tomaron ocho puntos fijos en el campo (dos por cada cuadrante) y se contabilizaron las especies de plantas arvenses de hoja ancha y hoja estrecha en dos momentos, antes y después de la aplicación, y se calculó la Eficacia técnica mediante la fórmula más utilizada en la práctica fitosanitaria (Vázquez, 2008)

$$ET = \frac{(a - b)}{a} \times 100$$

Donde: Et - Eficacia técnica, a – número de arvenses antes de la aplicación, b – número de arvenses que habían después de la aplicación.

3.4. Rendimiento

A los 90 días se tomaron muestras en cuatro puntos, uno en cada cuadrante. En cada punto se seleccionaron cinco plantas al azar para un total de 20 plantas y se le realizó el conteo del número de tubérculos y peso total de tubérculos por planta. Los resultados del rendimiento se tomaron a partir de los datos ofrecidos por la dirección de la UBP “Jesús Menéndez”.

3.5. Procesamiento estadístico

Se realizó un análisis de Varianza Simple para la comparación del total de arvenses por muestreos, comparándose las evaluaciones según prueba de Mínima Diferencia Significativa (MDS) para $P < 0,05$. Para el indicador Abundancia relativa (número de arvenses) se realizó una estadística descriptiva, mostrándose el valor observado para cada especie. Todos estos análisis se realizaron con el empleo del software en STATGRAPHICS Centurion sobre Windows XP

4. Resultados y discusión

4.1 Determinación del banco de semillas de arvenses

El análisis de los resultados del banco de semillas de arvenses arrojó la presencia de siete especies de arvenses representadas en seis familias (Tabla 3).

Tabla 3. Especies de arvenses registradas en el banco de semilla

Familias	Especies	Nombre vulgar	Grupo	Ciclo	Cantidad de especímenes	Abundancia relativa (%)
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cebolleta	M	P	37	30,57
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Don Carlos	M	P	23	18,40
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Canutillo	M	P	19	15,20
Asteraceae	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Guizado de caballo	D	A	13	10,40
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	Hierba de la niña	D	A	17	13,60
Poaceae	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton	Zancaraña	M	A	7	5,60
Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Bledo espinoso	D	A	5	4,00

Leyenda. M: Monocotiledónea; D: Dicotiledónea; A: Anual; P: Perenne

La familia más representada es Poaceae con dos especies (28,6 %) (Tabla 3). Este resultado corrobora las referencias que la consideran la familia botánica más numerosa en los agroecosistemas (Pacheco et al., 2007). Coincidentemente, Díaz y Ríos (2017) al investigar sobre diásporas de las arvenses más agresivas en los agroecosistemas de Cuba, determinaron que esta familia se encontraba entre la más representada en el banco de semillas de arvenses.

Según Rivas (2007) las poáceas figuran dentro del grupo de arvenses más importantes en el mundo. Está incluida dentro de las 30 familias más dañinas a los cultivos.

Se determinó que el 57,14 % de las especies de arvenses que se presentaron en el banco de semilla son monocotiledóneas y están representadas por las especies *C. rotundus.*, *S. halepense.*, *C. diffusa* y *R. cochinchinensis*. Las dicotiledóneas alcanzaron el 42,8 %, las especies pertenecientes a este grupo fueron: *X. strumarium.*, *C. hirta* y *A. spinosus*.

Según su ciclo de vida, se registraron cuatro especies anuales para un 57,14 % y tres perennes para un 42,86 %. Este resultado puede estar dado por la utilización repetida del sistema convencional de labores en la preparación de suelo, pues al aplicar este sistema se exponen constantemente las semillas de estas arvenses anuales a la superficie facilitando su germinación, por el contrario, las perennes se ven afectadas por la repetida inversión del prisma en la que se exponen frecuentemente los órganos subterráneos (rizomas, estolones, tubérculos, entre otros) a la acción de los rayos solares que producen la desecación de los mismos.

Se determinó la abundancia de las diferentes especies encontradas *C. rotundus* alcanzó los mayores valores en cuanto a la Abundancia relativa con un 30,57 % (Tabla 3) y se clasifica como Muy Abundante (Tabla 4). En orden decreciente *S. halepense* alcanzó 18,40 % y *C. diffusa*. 15,20 %. Ambas clasifican como Abundantes. El resto de las especies de arvenses están valoradas como Abundantes o Poco Abundantes.

Los valores obtenidos en la Abundancia relativa permitieron pronosticar las especies que potencialmente se pueden presentar en el área de cultivo, aspecto que se debió tomar en consideración para el manejo del cultivo.

Tabla 4. Agrupación de las arvenses según su abundancia en el Banco de semilla

Especies	Gradología		
	Poco abundante F <10	Abundante ≥10 y ≤ 30	Muy abundante F >30
<i>Cyperus rotundus</i> L.			x
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.		x	
<i>Commelina diffusa</i> Burm. F.		x	
<i>Xanthium chinense</i> Mill		x	
<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp		x	
<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton	x		
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	x		

4.2. Determinación de la composición de la población de plantas arvenses en el cultivo

Como resultado de los muestreos realizados se determinó la riqueza específica de arvenses asociadas al cultivo y se identificaron seis familias representadas por 10 especies (Tabla 5)

Tabla 5. Especies de arvenses registradas en los muestreos al cultivo

Familia	Especies	Nombre vulgar	Grupo	Ciclo
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cebolleta	M	P
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Don Carlos	M	P
Asteraceae	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Guizazo de caballo	D	A
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	Hierba de la niña	D	A
Poaceae	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton	Zancaraña	M	A
Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Bledo espinoso	D	A
Poaceae	<i>Bothriochloa pertusa</i> L. A. Camus	Camagüeyana	M	A
Asteraceae	<i>Lagascea mollis</i> Cav	Botón de plata	D	A
Poaceae	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link.	Metabravo	M	A
	<i>Aeschynomene americana</i> L.	Tamarindillo	D	A

Leyenda. M: Monocotiledónea; D: Dicotiledónea; A: Anual; P: Perenne

En todos los muestreos realizados se destacó la familia *Poaceae*, la cual estuvo representada por un mayor número de especies, alcanzando el 40 % de todas las especies presentes. En orden decreciente la familia *Asteraceae* alcanzó un 20 %. Según Villa *et al.* (2017) en su investigación sobre fitosociología de arvenses después de un cultivo de papa, también destacan la presencia de estas dos familias.

Las restantes cuatro familias solo estuvieron representadas por una especie cada una (Figura 1).

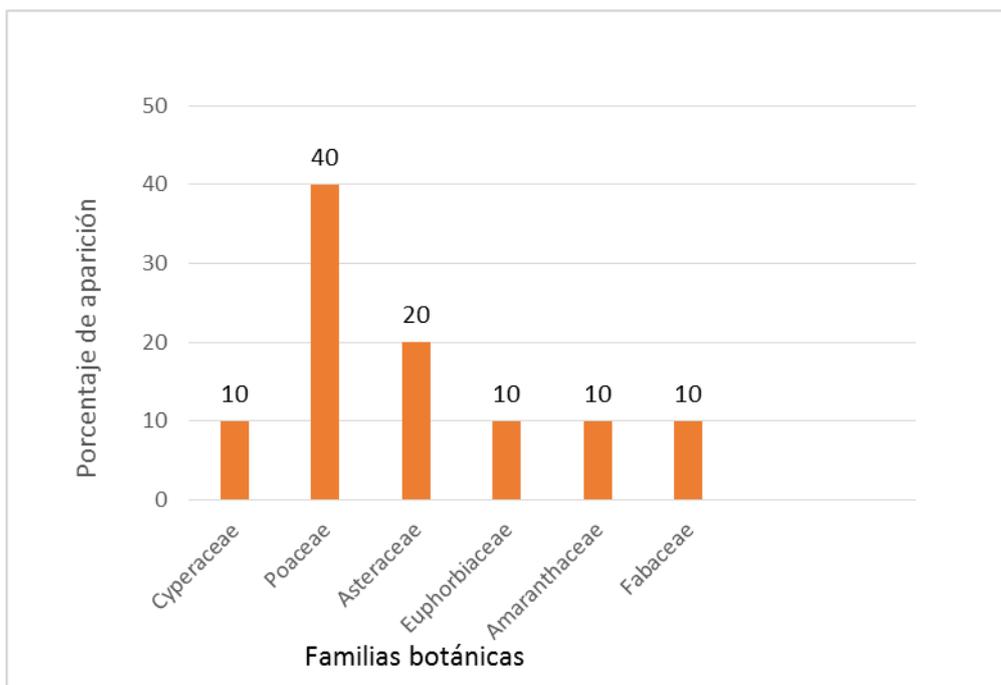


Fig. 1 Familias botánicas registradas en los muestreos al cultivo (%)

Según Lárez (2007) *Poáceas* y *Cyperáceas* figuran dentro del grupo de arvenses más importante en Venezuela, estando incluidas dentro de las 30 familias más dañinas a los cultivos del mundo.

En cuanto a la composición, de acuerdo a los grupos, se determinó que las arvenses monocotiledóneas y dicotiledóneas están representadas en ambos casos en un 50 %.

Asimismo se determinó que, de acuerdo a su ciclo, existió una mayor representación de especies de arvenses anuales. Estuvieron presente siete especies anuales que representan el 80 % del total registrado, ellas son: *X. strumarium.*, *C. hirta*, *R. cochinchinensis*, *A. spinosus*, *B. pertusa*, *L. mollis*, *E. colona* y *A. americana*. Las especies con un ciclo perenne solo alcanzaron el 20 %, ya que estuvieron representadas por dos especies: *C. rotundus* y *S. halepense* (Tabla 2).

De las especies que inicialmente se registraron en el banco de semilla, *C. diffusa* (*Commelinaceae*) fue la única que no se manifestó en el cultivo, a pesar de estar entre las de mayor abundancia en el banco de semilla (18,40 %) y estar reportada como una especie común para este cultivo (MINAG, 2016). Esta arvense es una planta rastrera o puede ascender, rara vez erecta. Es más bien delicada y muy succulenta. Esta característica la hace muy susceptible a la acción de los rayos solares (Villaseñor y Espinosa, 1998). Puede ser que la

forma de preparación de suelo, con un número apreciable de labores y un período largo de tiempo entre labores, provocara la disminución de sus poblaciones. Por ejemplo, entre la primera aradura y primer pase de grada transcurrió un mes y el recuce a los 58 días.

Durante el desarrollo del cultivo de la papa se incrementaron cuatro especies: *B. pertusa.*, *L. mollis*, *E. colona.*, y *A. americana*. Todas ellas con un ciclo de desarrollo anual. Las labores realizadas al cultivo, unido al abundante riego de agua, pudieron ser las causas de la emergencia en campo de estas especies.

El cultivar de papa Ultra, en investigaciones realizadas por el Instituto Nacional de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT, 2016) sobre como producir papa ahorrando agua, mostró susceptible a la sequía. En estas condiciones obtuvieron una disminución del rendimiento de un 30 %. Estos resultados demuestran que el cultivar Ultra es muy exigente al riego de agua.

Teniendo en cuenta estas exigencias, se aplicaron 12 riegos de agua al cultivo, suficiente para un buen desarrollo de este cultivar; pero a su vez esta abundante humedad favoreció el desarrollo de las arvenses.

B. pertusa es una arvense cespitosa con una abundante raíz fibrosa. Es una planta siempre verde que mantiene las hojas todo el año. Produce abundantes semillas. Candó *et al.* (2015) reportaron que esta especie no es muy abundante en período poco lluvioso; pero sí en etapa lluviosa. La alta humedad en el suelo favorece su presencia y desarrollo en el cultivo.

La arvense *L. mollis* es una planta oriunda de México y Centro América se ha adaptado muy bien a las condiciones climáticas de Cuba. Se desarrolla en suelos con alta humedad y tiene la propiedad de enraizar en los nudos inferiores lo que favorece su presencia en el cultivo, aun cuando se aplique control mecánico.

La especie *E. colona* tiene un ciclo de vida anual. Es una planta que produce miles de semillas y alcanza su madurez en apenas 45 días. La emergencia de sus semillas es escalonada, lo que le permite una permanencia constante en el cultivo si no es bien controlada (Fuentes, 1991). Las semillas poseen una viabilidad del alrededor del 92% y su período de latencia es muy breve.

4.2.1 Determinación de los índices ecológicos de las poblaciones de arvenses: Frecuencia relativa (Fr) y Abundancia relativa (Ar)

Frecuencia relativa

Todas las especies reportadas poseen valores por encima del 30 % por tanto se consideran Muy Frecuentes según Masson y Bryssnt (1974). La arvense *C. rotundus* se destaca como la especie más frecuente en todos los muestreos, alcanzando valores altos. También, *B. pertusa* alcanzó valores altos en la Fr. Estos valores se incrementaban a medida que transcurría el ciclo vegetativo del cultivo (Tabla 6).

Tabla 6. Frecuencias relativas de las arvenses en el cultivo

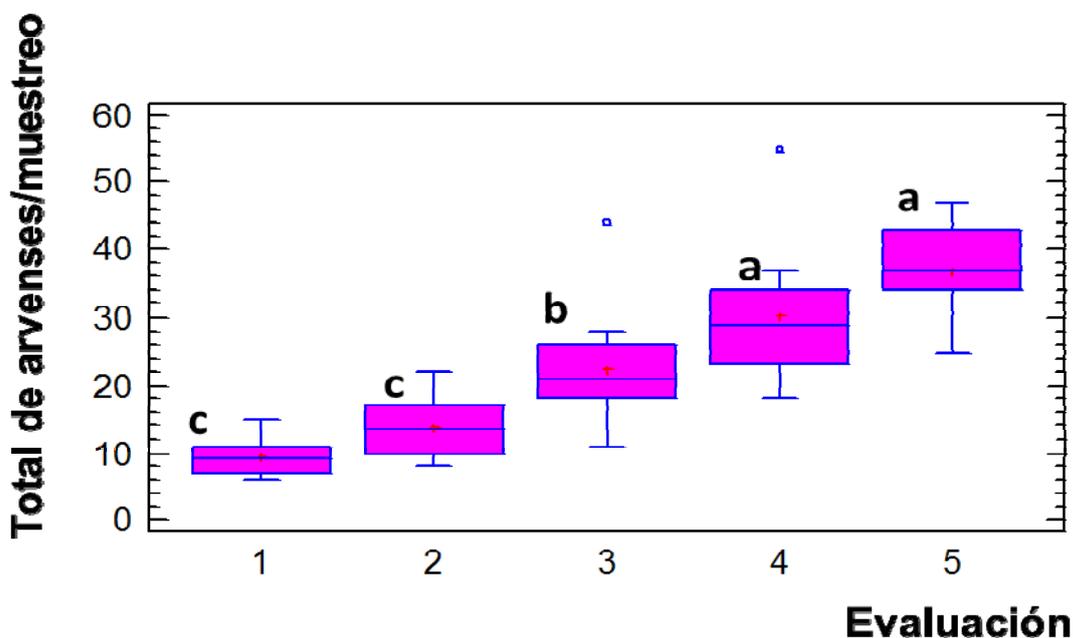
Especies	Muestreo 1		Muestreo 2		Muestreo 3		Muestreo 4		Muestreo 5	
	F	Fr%								
<i>Cyperus rotundus</i> L.	9	90	10	100	10	100	10	100	10	100
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	4	40	4	40	6	60	6	60	8	80
<i>Xanthium strumarium</i> L.	3	30	5	50	7	70	8	80	8	80
<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp	4	40	6	60	9	90	7	70	8	80
<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton	4	40	7	70	3	30	7	70	9	90
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	6	60	5	50	8	80	7	70	7	70
<i>Bothriochloa pertusa</i> L. A. Camus	7	70	9	90	8	80	10	100	10	100
<i>Lagascea mollis</i> Cav	3	30	6	60	6	60	7	70	9	90
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link.	6	60	6	60	5	50	8	80	7	70
<i>Aeschynomene americana</i> L.	2	20	4	40	8	80	60	60	9	90

Legenda. F: Frecuencia absoluta; Fr: Frecuencia relativa

Todas las especies alcanzan sus valores más altos finalizando el ciclo del cultivo. En esta etapa el cultivo disminuye su capacidad de competencia con las arvenses, pues disminuye considerablemente su área foliar y su capacidad de extracción de nutrientes.

De manera general, el análisis del total de arvenses por muestreo refleja que la presencia de arvenses fue más significativa en las evaluaciones cuatro (60 días de emergido el cultivo) y cinco (75 días de emergido el cultivo). La evaluación tres (45 días de emergido el cultivo) presentó un valor intermedio. Estas últimas evaluaciones se realizaron luego del período crítico del cultivo (40 días), que es cuando el cultivo no debe tener interferencia de arvenses. Es por ello que el aumento del total de arvenses a partir del tercer muestreo no tuvo mucha incidencia sobre los rendimientos del cultivo de la papa (Figura 2).

En el caso de las evaluaciones uno (15 días de emergido el cultivo) y dos (30 días de emergido el cultivo), realizadas antes del período crítico del cultivo, reportaron menor presencia significativa del total de las arvenses con respecto al resto de las evaluaciones.

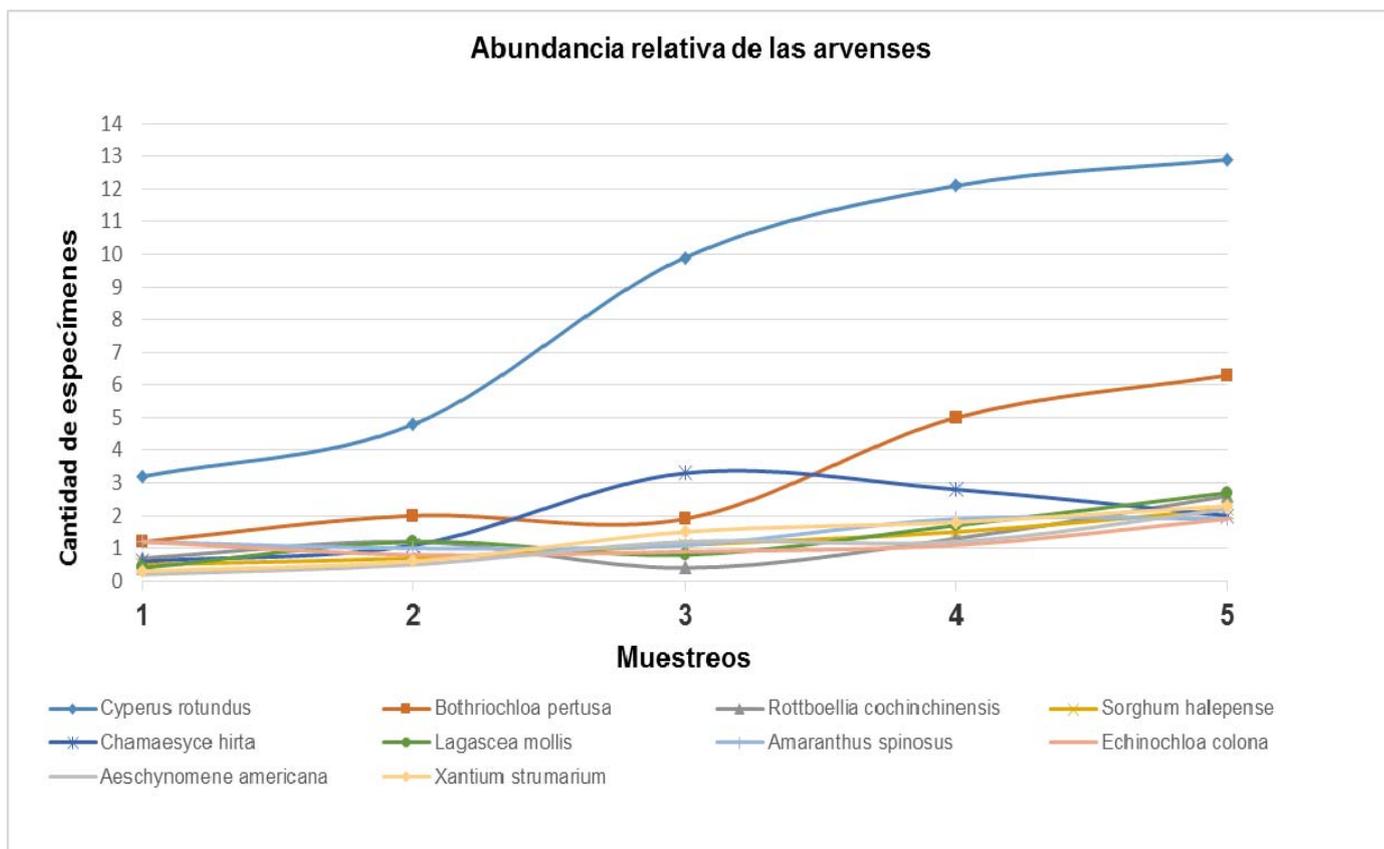


Leyenda: Evaluación 1 (15 días de emergido el cultivo); Evaluación 2 (30 días de emergido el cultivo); Evaluación 3 (45 días de emergido el cultivo); Evaluación 4 (60 días de emergido el cultivo); Evaluación 5 (75 días de emergido el cultivo)

Fig. 2. Representación del total de arvenses según evaluación

Abundancia relativa

La representación gráfica de la Abundancia relativa, según evaluaciones, demuestra que, a lo largo del ciclo del cultivo, a partir de la evaluación tres, mostraron mayor abundancia todas las especies de arvenses, siendo las evaluaciones cuatro y cinco las de mayores valores para todas las especies (Figura 3).



Leyenda: Muestreos 1 (15 días de emergido el cultivo); 2 (30 días de emergido el cultivo); 3 (45 días de emergido el cultivo); 4 (60 días de emergido el cultivo); 5 (75 días de emergido el cultivo)

Fig. 3. Representación del número de especies de arvenses según evaluación

La arvense con mayor frecuencia fue *C. rotundus*. Asimismo, *B. pertusa* mostró, a partir de la evaluación tres, una abundancia de más de tres plantas por muestreo. La especie *S. halepense* se encuentra entre las de menor abundancia en todos los muestreos.

S. halepense está considerada entre las primeras espontáneas en Cuba, donde se ha convertido en una verdadera plaga de los campos cultivados. Es una especie autógama pero no completamente, exhibiendo de un 6 a 8 % de alogamia.

La dispersión de sus semillas se produce a través de distintos agentes, como el agua de irrigación (en los sistemas bajo riego) y por escorrentía superficial en campos con pendiente en los sistemas de producción de secano (España, 2010).

Con los resultados obtenidos relativos a *S. halepense* en el banco de semillas de arvenses, donde alcanzó 18,40 % de Abundancia relativa, debía producirse una alta infestación del suelo con esta especie al realizar la plantación del cultivar de papa Ultra y se presentaría una elevada presencia de rizomas de la citada arvense. Sin embargo, sus valores de Abundancia relativa estuvieron entre los más bajos en todos los muestreos.

Esta arvense se multiplica fundamentalmente por rizomas, lo cual constituye un mecanismo de propagación muy eficaz y que, desde el punto de vista evolutivo, constituye uno de los pilares de la persistencia de esta arvense en una gran variedad de agroecosistemas y amplias latitudes. Por esta vía se replican genotipos resistentes y adaptados. Los rizomas constituyen, en promedio, el 30 % de la biomasa total que acumula una planta durante todo su ciclo y su crecimiento es más abundante que el de sus tallos ((Labrada y Parker, 1996).

S. halepense ocupa el sexto lugar dentro de las 10 arvenses más dañinas a la agricultura mundial, se localiza en áreas templadas, subtropicales y tropicales del sur de Estados Unidos, México, Centro y Sudamérica, zona mediterránea de Europa, África, India y Australia. Según diferentes autores, la infección de esta arvense reduce el área de las hojas y el tamaño de las plantas de maíz, causando esterilidad de muchas flores debido a la interferencia entre ambas y puede reducir en más del 45 % los rendimientos de caña de azúcar y soya (Costa y Morales, 1989).

Para que el control mecánico de esta arvense (chapea) sea efectivo, debe tenerse en cuenta que una planta proveniente de semillas o rizomas, de más de 20 días de edad, soporta 8 cortes semanales consecutivos sin morir (Costa y Morales, 1989).

Según Labrada y Parker (1996) las labores de preparación de suelo pueden disminuir las poblaciones de *S. halepense*, si se extraen los rizomas a la superficie del suelo para facilitar su desecación ulterior por los rayos solares. Esto es factible de realizar con un cultivador dentado durante el proceso de la

preparación del terreno. Para lograrlo debe mediar un tiempo prudencial entre labores para que los rayos solares puedan ejercer su efecto.

La desecación de los rizomas puede ser acelerada si éstos se fraccionan en trozos de menos de 5 cm de longitud. Los rizomas secos con un 20 % menos de su peso original pierden completamente su habilidad regenerativa.

La disminución de la Abundancia relativa en campos con presencia de esta arvense debe estar dada precisamente por el sistema de preparación de suelo que se aplicó (Figura 3). El tiempo entre las labores de rotura, grada y recruce permitió exponer los rizomas al efecto de los rayos solares. Además, a continuación de estas labores se realizó una subsolación que pudo contribuir a extraer hacia la superficie, los rizomas que se encontraban a mayor profundidad.

Además, las labores de cultivo se realizaron en el momento en que esta arvense no había alcanzado una altura superior a los 36 cm. Según Labrada y Parker (1996) esta labor es más efectiva cuando la gramínea posee alrededor de 36 cm de altura, que se corresponde aproximadamente con el primer mes después de la emergencia de la planta.

Otro elemento que pudo influir en la disminución de la población de *S. halepense* pudo ser el sistema de rotación utilizado, pues como cultivo precedente estuvo el boniato. Según Pérez *et al.* (1989) esta planta cultivable tiende a inhibir al Don Carlos y a otras especies gramíneas.

Relativo a *C. rotundus*, arvense que obtuvo los mayores valores tanto en el banco de semillas de arvenses como en el área de cultivo (Figura 2), en este último alcanzó valores entre 33,68 % y 44,1 %, lo que demuestra poca efectividad en su manejo. Similares resultados obtuvieron Blanco y Leyva (2010) al estudiar la dinámica de las arvenses al rotar papa y maíz.

Esta arvense es una especie que crece prácticamente en todas las regiones cálidas y tropicales del mundo, con una distribución limitada sólo por temperaturas frías en el suelo. La reproducción principal es vegetativa, produciendo cada planta entre 60 y 120 tubérculos en cada ciclo que es de aproximadamente 45 días, dando origen de 25 a 40 nuevos brotes. La mayoría de los mismos se producen en los primeros 15 cm de profundidad. No todos los

tubérculos brotan en primavera por presentar latencia (Labrada y Parker, 1996).

La aplicación de herbicidas elimina los ejemplares que han brotado, pero dejan intactos los tubérculos que están en latencia, que volverán a brotar más adelante. Se reconoce como una arvense resistente a los herbicidas.

Los valores alcanzados en la abundancia por *C. rotundus* pudieron estar influenciados por las deficiencias en la aplicación de herbicidas, en este caso una mezcla de Gesapax más Gesagard.

Gesapax, cuya sustancia activa es Ametrina, tiene un amplio espectro de control por su versatilidad como herbicida de contacto y radicular. Puede aplicarse en pre-emergencia y post-emergencia para el control de gramíneas anuales y hojas anchas. Es un herbicida residual que necesita, para lograr su eficacia, que el suelo esté bien preparado (mullido) y humedad adecuada (capacidad de campo).

El Gesagard tiene como sustancia activa la Prometrina. También puede aplicarse en pre-emergencia y post-emergencia hasta que las arvenses tengan entre 4 y 6 hojas. Posee acción residual corta que permite su empleo en aquellos casos donde los cultivos se suceden en una rápida rotación.

En el momento de la aplicación de la mezcla de herbicidas en el cultivo, si bien existió humedad, esta no fue la requerida. Además, después de la aplicación, exactamente a los cuatro días, se realizó una labor de cultivo que removió el suelo, limitándose al máximo la acción residual de los herbicidas.

Las labores de preparación de suelo y labores culturales no son muy efectivas contra *C. rotundus*. La aradura fragmenta y distribuye los tubérculos, aumentando así su invasión en los campos. Por esas características se le considera una temible plaga en cultivos de cereales, en especial el arroz y el banano, así como en muchas otras plantaciones (Labrada y Parker, 1996).

Según Labrada y Parker (1996) cuando se realizan labores intensivas de labranza, en áreas con abundante presencia de *C. rotundus*, pueden aumentar sus poblaciones por la dominancia que se produce entre sus tubérculos interconectados. Las cadenas de tubérculos producidas en un año deben ser consideradas como una sola unidad, ya que el tubérculo terminal muestra dominancia. Las yemas en el tubérculo terminal (el más joven) generalmente

brotan primero y esto evita que las yemas del resto de los tubérculos broten. Esta dominancia se pierde cuando se corta el rizoma que forma la cadena, acción que puede ser provocada con la utilización de los implementos agrícolas.

La arvenses *B. pertusa* alcanzó los mayores valores entre las especies reportadas como nuevas en campo, tomó valores entre 8,40 y 17,02 de Abundancia relativa.

4.3. Resultados de la Eficacia técnica

La mezcla de herbicidas aplicada tuvo como objetivo el control de especies de arvenses de hojas anchas y de hojas estrechas.

En el muestreo realizado antes de la aplicación de los herbicidas, para evaluar la cantidad de arvenses, se contabilizaron un total de 486 individuos. Pasados tres días de la aplicación se contaron 62 individuos.

A partir de los datos obtenidos se determinó que la Eficacia técnica fue de un 87,24 %, la cual es evaluada como buena según refiere Vázquez (2008).

La Eficacia técnica de los herbicidas fue buena en un inicio; pero este resultado se afectó al remover el suelo antes de tiempo por una labor de cultivo sin tener en cuenta la residualidad del producto.

4.4. Rendimiento

Se alcanzó un promedio de tallos por plantas de 2,7. El peso promedio por tubérculos fue de 394,7 g y el número de tubérculos por plantas obtenido de 6,6 se encuentra dentro del potencial que posee el cultivar. Se logró alcanzar un rendimiento de 33,7 t ha⁻¹. Este rendimiento supera al alcanzado en Cuba en el 2017 que fue de 22,72 t ha⁻¹ (ONEI, 2018).

Independientemente de que, con el manejo del cultivo de la papa, hubo especies de arvenses que encontraron condiciones favorables para su desarrollo alcanzando valores significativos de frecuencia y abundancia, el rendimiento obtenido fue bueno. Los menores valores totales de arvenses se registraron durante el período crítico del cultivo, por tanto, hubo una menor afectación al rendimiento. También el adecuado manejo en el riego de agua, ante el cual el cultivar Ultra tiene una buena respuesta y la fertilización en el momento preciso, influyeron positivamente en los rendimientos alcanzados.

5. Conclusiones

1. La población de arvenses asociadas al manejo del cultivo de la papa en la UBPC # 3 “Jesús Menéndez” estuvo representada por 11 especies y hubo un predominio de la familia *Poaceae*.
2. . La especie de arvense que alcanzó los mayores valores de Frecuencia relativa y Abundancia relativa fue *Cyperus rotundus* L.
3. El rendimiento que se obtuvo en el cultivo fue de 33, 7 t ha⁻¹ superior al promedio reportado en Cuba.

6. Recomendaciones

1. Utilizar los resultados del estudio del banco de semillas de arvenses para establecer las estrategias de manejo de estas especies en el cultivo de la papa.
2. Tener en cuenta la residualidad de los herbicidas para su uso en las estrategias de manejo de las arvenses en el cultivo de la papa.
3. Considerar los resultados obtenidos para futuras estrategias de manejo de las arvenses en el cultivo de la papa.

7. Bibliografía

- ALTIERI, M. A. y LETOURNEAU, D. K. 1989. Vegetation management and biological control in agroecosystems". Crop Protection, Vol. 1, no. 4. Pág. 405-430.
- APG II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. Botanical Journal of the Linnean Society, 2003, 141: 399-436.
- APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society, 2009, 161: 105-121.
- APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society, 2016.
- BHADORIA, P.B.S. 2011. Allelopathy: A natural way towards weed management. American Journal of Experimental Agriculture, N.Y. Pág. 7-20.
- BLANCO, Y. 2006. La utilización de la alelopatía y sus efectos en diferentes cultivos agrícolas. Cultivos Tropicales, Vol. 2, no. 2, Cuba. Pág. 5-16.
- BLANCO, Y. 2013. Revisión bibliográfica. La utilización de la alelopatía y sus efectos en diferentes cultivos agrícolas. Cultivos tropicales, Vol. 27, Cuba. Pág.: 5-16.
- BLANCO, Y. y LEYVA, A. 2007. Las arvenses en el agroecosistema y sus beneficios agroecológicos como hospederas de enemigos naturales. Cultivos Tropicales, vol. 28, no. 2, Cuba. Pág. 21-28
- BLANCO, Y. y LEYVA, A. 2010. Abundancia y diversidad de especies de arvenses en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) precedido de un barbecho transitorio después de la papa *solanum tuberosum* L. Cultivos Tropicales, Vol. 12, no. 3, Cuba. Pág : 12-16
- BLANCO, Y. y LEYVA, A. 2011. Determinación del período crítico de competencia de las arvenses con el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Cultivos Tropicales, Vol. 32, N. 2, Cuba. Pág. 143-153.
- BLANCO, Y. y LEYVA, A. 2016. El rol de las arvenses como componente en la biodiversidad de los Agroecosistemas. Cultivos Tropicales, Vol. 37, no. 4. Pág. 34-56.

- CHEEMA, Z. A.; WAHID, A. y FAROOQ, M. 2013. Allelopathy. Current trends and future applications, Springer Heidelberg, New York. Dordrecht London.
- CNSV. 2005. Centro Nacional de Sanidad Vegetal. Resumen ampliado de Metodologías de Señalización y Pronóstico. Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Villa Clara
- CONTRERAS, O. y MORENO, F. 2005. Cobertura muerta y arvenses en la asociación *Lactuca sativa* – *Allium ampeloprasum*. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, Vol. 74, México. Pág. 65-68.
- CRONQUIST, A. 1981. An Integrated System of classification of flowering plants. En: https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/plantas/Cronquist.html consultado el 12 de enero de 2018.
- CURTIS, J. T. y MCINTOSH, R. P. 1951: An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. p 476-496.
- DOLL J. D. 1994. Dynamics and Complexity of Weed Competition. Weed Management for Developing Countries. . Edited R. Labrada, J. C. Caseley & C. Parker, Plant Production and Protection Paper No. 120, Rome. Pág. 29- 34.
- EGÚSQUIZA, R. y CATALÁN, W. 2011. Universidad Nacional Agraria La Molina. Oficina Académica de Extensión y Proyección Social Agrobanco. Taller Manejo Integrado de Papa, Perú.
- ESPAÑA. 2010. Herbario virtual de Banyeres de Marila y Alicante, España. Disponible en: http://herbariovirtualbanyeres.blogspot.com/2010_07_15_archive.html consultado el 4 de mayo de 2019.
- FAO. 2005. Manejo integrado de plagas en zonas extensas. Roma, Italia. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0506sp1.htm> consultado el 7 de mayo de 2017.
- FAO. 2008. La Papa tesoro enterrado ¿Por qué la papa? Año Internacional de la Papa. Roma, Italia. Disponible en: <http://www.potato.2008.org>. consultado el 12 de febrero de 2017.

- FAO. 2018. Producción de alimentos y seguridad alimentaria. Roma, Italia.
Disponible en: <http://www.potato.2018.org>. consultado el 12 de marzo de 2017.
- FAROOQ, M.; JABRAN, K.; CHEEMA, Z.A.; WAHID, A. y SIDDIQUE, K.H.M. 2011. The role of allelopathy in agricultural pest management. *Pest management science*, N.Y. Pág. 493-506.
- FEDEPAPA. 2017. Estimación de la producción mundial de papa para el año 2017. Federación Colombiana de Productores de Papa (Fedepapa). Boletín ECONOPAPA No.32.Volumen 2/Número 32 Bogotá, Colombia.
- FONT QUER, P. 1970. Diccionario de Botánica. Ed: Península. 2da edición.
- FUENTES C. 1991. Notas sobre aspectos taxonómicos y biológicos de *Echinochloa* Beauvois. *Comalfi* 18: 38-46.
- GAMBOA, C. y ALEMÁN, F. 1992. Manejo Integrado de malezas en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT. : Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Colombia.
- GAMBOA, W. y POHLAN, J. 1997. La importancia de las malezas en una agricultura sostenible del trópico. *Journal of Agriculture in the Tropics and Subtropics*, Vol. 98, no. 1. Pág. 117-123.
- GÁMEZ, Y. 2017. Efecto del número de tallos en el crecimiento y rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) cultivar Royal, Cuba.
- GARCÍA, M., CAÑIZARES, A., SALCEDO, F. y GUILLÉN, L. 2000. Un aporte a la determinación del período crítico de interferencia de malezas en cafetales del Estado Monagas. *Bioagro*, 12 (3). Pág. 63-70.
- GRIME, J. P.; GARCÍA, F. C. A. y CERVANTES, R. M. 1982. Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación. Ed. Limusa, México, 291 p.
- HARRIS, P. 1992: *The Potato Crop: The scientific basis for improvement*. Edited by Paul Harris. Chapman and Hall. 2nd Edit, London, New York. 193 p.
- HERNÁNDEZ, A.; PÉREZ, J.M.; BOSCH, D. y CASTRO, N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Editoriales Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas e Instituto de Suelos. 93 p.
- HERNÁNDEZ, M. 2016. Potencial alelopático de *Phylla strigulosa* (M.Mart. & Gal.) Mold., *Sphagnetocola trilobata* (L.) Pruski e *Ipomoea batatas* (L.) Lam

sobre arvenses y cultivos. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba.

LABRADA, R.; CASELEY, J. C. y PARKER, C. 1996. Manejo de malezas para países en desarrollo (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal - 120). Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t1147s/t1147s00>. Consultado el 23 de mayo de 2018.

LÓPEZ, M.; VÁZQUEZ, E. y LÓPEZ, R. 1995. Raíces y tubérculos. Editorial Pueblo y Educación. Cuba. 312 p.

LÓPEZ-SARIEGO M.C.; URBANO J.M. y LÓPEZ-MARTÍNEZ N. 2016. Efectos alelopáticos de extractos acuosos de arvenses sobre la germinación de trigo duro y *Lolium rigidum*. XV Congreso de la Sociedad Española de Malherbología, Sevilla, España Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/283452910>. Consultado el 12 de febrero de 2017. Pág 21-28.

MAGURRAN, A. E. 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Science Ltd a Blackwell Publishing company. 261 pp.

MASSON, A. y BRYSSANT, S. 1974. The structure and diversity of the animal communities in a broad land reeds warp. J. Zool. 172: 289-302.

MINAG 2016. Instructivo técnico para la producción de papa en cuba. La Habana. Cuba.

MINAG. 2017. Ministerio de la Agricultura. Dirección de semillas y Recursos fitogenéticos. Lista oficial de variedades comerciales 2017-2018. Registro de variedades comerciales, Cuba.

MORALES, S. 2011. Crecimiento, contenido de azúcares y capacidad de brotación en semilla tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Universidad Autónoma de Chapingo, México.

MUELLER, D. y ELLENBERG, H. 1974: Aims and Methods of Vegetation Ecology. Wiley, New York. 547 p.

MUÑOZ, M. 2014. Composición y aportes nutricionales de la papa. Revista Agrícola. Octubre 2014, Chile, pàg 26-37.

NARWAL, S. S. y HAOUALA, R. 2011. Allelopathic strategies for ecological weed management. Herbologia, Vol. 12. Pág. 29-56.

- OLIVEROS-BASTIDAS, A. D. J. 2008. El fenómeno alelopático. El concepto, las estrategias de estudio y su aplicación en la búsqueda de herbicidas naturales. Revista Química Viva, Vol. 7, Chile.
- ONEI. 2018. Oficina nacional de estadística. Anuario estadístico de Cuba.
- PACHECO, D.; ZAMBRANO, J. y STHORMES, G. 2007. Las gramíneas (Poaceae) del estado Zulia, Venezuela. Lista de los géneros presentes. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 23(2). Pág. 225-233.
- PARDÉ, J.; BOUCHON, J.; PRIETO, R. A. y LÓPEZ, Q. M. 1994. Dasometria. Ed. Paraninfo, Madrid.
- PAREDES, E. 2011. Manejo agronómico de malezas. Manual para la adopción del manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura suburbana. Inisav-Inifat, 1: 173-201, 279. La Habana.
- PARKER C. y J. FRYER. 1975. Weed control problems causing major reduction in world food supplies. FAO Plant Protection Bulletin 23 (3/4): 83-95.
- PÉREZ, E. 1992. Manejo de malezas en la agricultura», Boletín Agroalimentario 1(7):2, La Habana.
- REYNOLDS, M. P.; PASK, A. J. D.; MULLAN, D. M. y CHAVEZ-DULANTO, P. N. 2013. Fitomejoramiento fisiológico I: enfoques interdisciplinarios para mejorar la adaptación del cultivo. Ed. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo Internacional (CIMMYT), México, 188 p.
- RIVAS, A. L. 2007. "Claves para identificar malezas asociadas con diversos cultivos en el Estado Monagas, Venezuela I. Monocotiledóneas." 7(1). Pág. 79-90.
- RODRÍGUEZ, C. 2014. Estudio comparativo de la propagación y el efecto de la radiación lumínica, en una variedad comercial y una población natural de *Portulaca oleracea* L. Universidad de Sevilla. España.
- RODRÍGUEZ, J. L.; CORREA-HIGUERA, L. J.; ALVARADO-CAMACHO, A. E. Y CHAPARRO-PESCA, J. A. 2016. Evaluación de la actividad alelopática de extractos crudos de *Copaifera pubiflora* (Benth), sobre la germinación de *Mimosa pudica* (Linneo) Fundación Universitaria Internacional del Trópico Americano. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat, Colombia. Pág. 621-628.

- RODRÍGUEZ, Y.; PAREDES, E., GUTIÉRREZ, J.E.; y AULÁN, N. (2016). Principales arvenses en el cultivo del frijol común en las provincias de Artemisa y Mayabeque. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, La Habana, Cuba.
- ROSCHEWITZ, I.; GABRIEL, D.; TSCHARNTKE, T. Y THIES, C. 2005. The effects of landscape complexity on arable weed species diversity in organic and conventional farming: Landscape complexity and weed species diversity. *Journal of Applied Ecology*, Vol. 42, no. 5, 5. Pág. 873-882.
- SIFUENTES, E.; BUSTAMANTE, W. O.; MENDOZA, C.; MACÍAS, J.; DEL ROSARIO, J. y INZUNZA, M. A. 2013. Nutrición del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) considerando variabilidad climática en el "Valle del Fuerte" Sinaloa, México.
- TORRES, D. 2017. Efecto de la cero labranza sobre la mesofauna, plagas, e indicadores productivos en soya (*Glycine max* (L.) Merr.) Tesis para aspirar al título de Ingeniera Agrónoma, Cuba. 54 p.
- VADELL, J.; PASCUAL, P. y ADROVER, M. 2008. Evaluación de especies cultivadas y arvenses como abonos verdes. En: VIII Congreso SEAE Agricultura y Alimentación Ecológica, Ed. Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Bullas, España. Disponible en: www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicacionesonline/2009/ventos-seae/cds/congresos/actas-bullas/seaebullas/verd/sesiones/8%204.pd. consultado el 4 de julio de 2016.
- VILLASEÑOR R., J. L y ESPINOSA G. 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México.
- ZAMORA, R.; GARCÍA, F. P. y GÓMEZ, A. L. 2004. Las interacciones planta - planta y planta animal en el contexto de la sucesión ecológica. En: ed. Valladares F. Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante, (ser. Naturaleza y parques nacionales Serie técnica), Ed. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid. Pág. 371-393.