



**Cuba Salud**

IV Convención  
Internacional de Salud  
17-21 de octubre, 2022

## **La Sanidad Vegetal integrada en el enfoque “Una Salud”: situación del sistema en Cuba, impactos pasados, nuevas amenazas y necesidades.**

Luis Pérez Vicente

Doctor en Ciencias Agrícolas. Investigador Titular Fitopatólogo. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). MINAG.  
Académico de Mérito de la ACC. lperezvicente@inisav.cu; luis.perezvicente@live.com.

**Resumen:** La salud humana está relacionada con una alimentación balanceada sana, la salud de los animales plantas y medio ambiente. Por su complejidad, esto requiere de la colaboración efectiva de los sistemas sanitarios integrados bajo el enfoque estratégico de "Una Salud". Los sistemas de sanidad vegetal vigilan la incidencia de plagas que pueden afectar la cantidad, calidad y los costos de producción (y/o protección) de los productos agrícolas. En el presente informe, se exponen como ejemplo, las pérdidas reconocidas a nivel mundial en arroz, maíz, papa y soya debido a malezas, animales, patógenos y virus estimadas entre 11 y 58% del valor de la cosecha (no incluyen el deterioro de la calidad por la presencia de micotoxinas o residuos de plaguicidas). Se relacionan los factores reconocidos determinantes de las emergencias y reemergencias de epidemias: introducciones (referidas particularmente a la sanidad de semillas y actividades antropogénicas involucrada al movimiento transfronterizo y objeto principal de la vigilancia de plagas exóticas, clima, las técnicas agrícolas, el cambio de las poblaciones de vectores, las recombinaciones y las perturbaciones del hábitat, todas estas, objeto de la vigilancia y programas fitosanitarios. Se exponen ejemplos de plagas que impactaron en el pasado la agricultura y las amenazas presentes. Se describe la estructura del servicio de Sanidad Vegetal de Cuba, que comprende una Dirección Nacional, 15 Direcciones Provinciales, 15 LAPROSAV (laboratorios provinciales), 85 ETPP y 41 puntos de frontera. El desarrollo futuro demanda introducción de procedimientos novedosos de detección temprana de plagas a distancia, diagnóstico y manejo.

**Palabras clave:** plagas agrícolas, epidemiología, impacto económico, vigilancia, diagnóstico.

## I. INTRODUCCIÓN

El acceso a una alimentación sana de calidad y balanceada es un objetivo básico esencial de todos los programas de salud. Este planteamiento no solo reconoce el acceso a los alimentos, sino también su calidad nutricional y particularmente su inocuidad. El enfoque "Una sola salud" reconoce que la salud de las personas está relacionada con la salud de los animales y el medio ambiente y su abordaje requiere de la colaboración efectiva y multisectorial a nivel local, nacional, regional y mundial, debido a su complejidad e importancia (1).

El incremento de la producción de alimentos y fibras que necesita el rápido aumento de la población humana representa los mayores retos a la humanidad y particularmente a todos los que tienen el mandato de incrementar la producción agrícola y forestal (2). Desde el inicio de la agricultura hace alrededor de 10,000 años, los agricultores han tenido que competir para la producción de alimentos para uso humano y el consumo, con organismos dañinos - animales (insectos, ácaros, nematodos, roedores, babosas, culebras, pájaros), fitopatógenos (virus, bacterias, hongos, cromistas) y malezas (plantas competitivas) llamadas colectivamente plagas- los cuales causan fuertes pérdidas en volumen, calidad y económicas que se producen tanto durante el proceso productivo, la postcosecha, en la cadena comercial y el almacenamiento hasta llegar al consumidor (3). A esto se suma los estreses impuestos por el cambio climático que, está impactando la fisiología y productividad de las plantas, la epidemiología y nocividad de las plagas, la economía, la investigación e innovación, no solo debido a las desviaciones climáticas de la normal histórica, sino también por los eventos extremos que acompañan (4).

Los sistemas de sanidad vegetal tienen la función de prevenir y controlar estas pérdidas mediante la vigilancia del movimiento transfronterizo y la dispersión nacional de plagas, de su aparición, confinamiento/erradicación contención/manejo en los sitios de producción, así como regular el uso de los productos fitosanitarios para evitar las contaminaciones biológicas y los residuos de plaguicidas por encima de los límites mínimos de tolerancia permitidos para cada producto e ingrediente activo incluidos en los programas de manejo de plagas en diferentes cultivos. Existen diferencias marcadas entre los programas de vigilancia y manejo de riesgos de epidemias entre los sistemas de salud pública, veterinarios y fitosanitarios tanto desde el punto de vista de impacto social, procedimientos y económico, determinado por la multiplicidad de especies involucradas, las poblaciones de individuos incluidos en la vigilancia, los procedimientos (activos vs pasivos) y los aspectos económicos. La vigilancia fitosanitaria implica numerosas especies de plantas, grandes poblaciones de individuos a inspeccionar en cada sitio para determinar tempranamente la aparición de brotes e implementar su manejo y tiene límites económicos establecidos en base al riesgo de impacto en la producción en cada especie de planta y el costo de las medidas de contención/manejo.

En Cuba, el balance de uso de la tierra muestra que de las 6.4 millones de ha correspondientes al área agrícola, el 56% se dedican a la ganadería, el 20% a cultivos temporales y el 24% a cultivos permanentes. Aproximadamente el 80 % de esta área, se encuentran bajo formas de gestión no estatal. Se registran 404 mil 445 tenentes diferentes, organizados en más de 405 mil fincas. El 70% de los suelos presenta al menos un factor limitante y solamente el 9,3 % del área agrícola se encuentra bajo riego (585,408 ha). La producción de alimentos se realiza en dos sistemas productivos, el empresarial y el cooperativista (4600 cooperativas con 275,660 usufructuarios, 30 mil productores y un total de 870 mil trabajadores) (5). Junto a esto, en las últimas décadas ha ocurrido: 1) una reducción y envejecimiento de la fuerza de trabajo directa en la producción agrícola, (menos personas alimentan a una mayor población del país); 2) una descapitalización importante de todas las esferas de la producción agropecuaria por

diferentes factores económicos y políticos, incluido las restricciones impuestas por el bloqueo de EU para el acceso a créditos, el mercadeo de productos agropecuarios y cadenas comerciales y a fondos de proyectos de investigación internacionales; 3) un aumento de los salarios y reducción de la jornada efectiva de trabajo en el campo debido a los cambios de la economía y a la sociedad cubana; 4) nuevos actores en la producción muchas veces sin experiencia previa como productores y necesitados de capacitación y asesoría.

El presente trabajo revisa los factores reconocidos que determinan la emergencia y reemergencia de las epidemias de patógenos y plagas en la agricultura; ilustra ejemplos de impactos en el pasado de algunas plagas a la producción y la economía y de las amenazas actuales a la producción, la estructura del Sistema Nacional de Sanidad Vegetal en el contexto expuesto de la agricultura (también en proceso de cambio) y resume algunas de las necesidades de desarrollo e innovación en relación a la vigilancia fitosanitaria en apoyo a la producción de alimentos.

## II. METODOS

Se analizan y discuten los datos existentes en los artículos publicados nacional e internacionalmente y registros del sistema de sanidad vegetal, sobre las pérdidas causadas por plagas a los rendimientos de los cultivos; se ejemplifican los casos relativos a los factores reconocidos a nivel mundial desencadenantes o relacionados a la emergencia y reemergencia de plagas en Cuba en el pasado y las amenazas reconocidas en el presente; se caracteriza la estructura actual del sistema de Sanidad Vegetal, su base regulatoria y se exponen registros estadísticos de incidencia nocividad de plagas, como un ejemplo de las demandas de servicios diagnóstico para la vigilancia y los programas de producción de semillas. Se analizan la demanda de ciencia e innovación en el futuro para el desarrollo de vigilancia, diagnóstico y manejo de plagas.

## III. RESULTADOS

Las pérdidas por plagas pueden ser directas o indirectas. Las pérdidas directas son aquellas relativas a la productividad del cultivo y el ingreso económico del productor; las indirectas son las relativas a la falta de suministro de alimentos en una región particular. En la tabla 1 se ejemplifican las pérdidas directas estimadas a nivel mundial para arroz, maíz, papa y soya (3), lo que ilustra el impacto que pueden tener las plagas a la productividad y la economía de los productores. En algunos casos las pérdidas por brotes de plagas pueden implicar la pérdida total de la cosecha y tener serios impactos a la industria que procesa los productos.

Tabla 1. Pérdidas reales a nivel mundial debido a malezas, plagas animales, patógenos y virus en los cultivos de arroz, maíz, papas y soya (3).

| Cultivo | Pérdidas reales de cosecha (pérdidas ocurridas a pesar de medidas de control) por: |                 |             |           |              |
|---------|--|-----------------|-------------|-----------|--------------|
|         | Malezas  | Plagas animales | Patógenos   | Virus     | Totales      |
| Arroz   | 10,2 (6-16) <sup>1</sup>   | 15,1 (7-18)     | 10,8 (7-16) | 1,4 (1-3) | 37,4 (22-51) |
| Maíz    | 10,5 (5-19)  | 9,6 (6-19)      | 8,5 (4-14)  | 2,7 (2-6) | 31,2 (18-58) |
| Papas   | 8,3 (4-14)   | 10,9 (7-13)     | 14,5 (7-24) | 6,6 (5-9) | 40,3 (24-59) |
| Soya    | 7,5 (5-16)   | 8,8 (3-16)      | 8,9 (3-16)  | 1,2 (0-2) | 26,3 (11-49) |

(1) Las cifras en paréntesis son los rangos informados en 19 regiones.

De acuerdo a estadísticas de epidemias emergentes y reemergentes por patógenos en cultivos reportados en PROMED, los factores determinantes de las epidemias son por orden de importancia (6): (1) introducciones (56%); (2) el clima (25%); (3) las técnicas agrícolas (9%); (4) el cambio de las poblaciones de vectores (7%); (5) recombinaciones (2%); (6) las perturbaciones del hábitat (1 %). Así mismo, la frecuencia de epidemias emergentes y reemergentes por tipos de agentes patógenos ha sido: (1) virus (47%); (2) hongos (30%); (3) bacterias (16%); (4) fitoplasmas (4 %); (5) nematodos (1%) y (6) causas indeterminadas (6%). Las introducciones se refieren a las introducciones en semillas o debido a las actividades antropogénicas relacionadas a la producción y el comercio, de plagas objeto de programas de vigilancia y diagnóstico en la cadena de producción de semillas, productos en su movimiento internacional y nacional y el movimiento transcontinental de esporas. En la tabla 2 se mencionan cronológicamente, ejemplos de plagas emergentes económicamente importantes que incluyen hongos, virus, procariotes, y sus vectores, artrópodos etc., las cuales están relacionadas a uno o más de los factores de emergencia de epidemias y epizootias antes mencionados. En la actualidad existen nuevas amenazas de plagas exóticas económicamente importantes, así como epidemias emergentes y reemergentes de patógenos endémicos.

Tabla 2. Relación cronológica de algunas plagas emergentes de gran impacto a la agricultura cubana desde 1900 al presente (7).

| Años  | Plaga  | Impacto económico   |
|-------|--|---|
| >1910 | <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> (raza 1)                       | Introducción. Entre 1902 y 1910 causó hasta 90% de pérdidas en un año en el clon Manzano. Eliminó la producción comercial de Gros Michel y Manzano.   |
| 1928  | Virus del mosaico de la caña de azúcar (Sugarcane mosaic virus)                | Introducción. Durante década de 1920 – 30, se informaron infecciones entre 15-100% en la variedad Cristalina con mermas usuales de 20-25%   |
| 1938  | <i>Pseudocercospora musicola</i> (Sigatoka)                                    | ¿Dispersión/introducción? En el año de primera detección se exportaron 4 millones de racimos. Tres años después colapsó la exportación de bananos a EU.   |
| 1936  | <i>Rickettsia</i> spp. (papaya bunchy top)                                     | Daños no documentados pero muy importantes. Transmitidos por vectores   |
| 1946  | Papaya ring spot potyvirus (PRSV-p)  | Anualmente variables, pero usualmente altos en función del manejo. Transmitidos por vectores desde diferentes hospedantes silvestres y cultivados.  |
| 1972  | <i>Sogatodes oryzicola</i> / Virus de la hoja blanca del arroz                 | Introducción. Informada por primera vez en 1945. Las pérdidas variables desde insignificantes al 100% de la cosecha. En 1973 se afectaron 104 mil ha en Granma y S. Spiritus  |
| 1978  | <i>Ustilago scitaminea</i> (carbón de la caña de azúcar)                       | Dispersión aérea desde Jamaica. Transmisión por semillas y aérea. En variedades susceptibles hay informes de pérdidas de 50-70%. Se disemina por semilla infectada y por aire.  |
| 1978  | <i>Puccinia melanocephala</i> (roya parda de la caña de azúcar)                | Dispersión aérea. Afectó durante 1978/1979 480 mil ha de B 4362. Se dejaron de producir 22.7 millones de t de caña y de exportar 1.35 millones de t de azúcar base 96°. Debido al reemplazo de la B 4362 costos ascendentes a 309 millones de dólares                                 |
| 1979  | <i>Peronospora hyoscyami</i> f. sp. <i>tabaci</i> (moho azul)                  | Desde 1965 considerada una enfermedad menor, en la campaña 1979-1980, destruyó el 100 % de las plantaciones con pérdidas valoradas en 475 millones. Los incrementos de costos anuales de control fueron de 3,2 millones USD hasta la obtención de variedades con resistencia parcial. |
| 1989  | <i>Bemisia argentifolii</i> ( <i>B. tabaci</i> biotipo B) / <i>Begomovirus</i> | 30% de campos de tomate afectados con 25 % de daños; 91% de plantas de tomate muestreadas con TYLCV; >1000 ha de frijol destruidas por BGYMV en 1989-90. En pimiento Campos con >46 % de plantas afectadas en encuestas.  |
| 1990  | <i>Pseudocercospora fijiensis</i> (Sigatoka negra)                             | Introducción y recombinación. Primera detección a finales de 1990. Se cuadruplicaron los costos de manejo (2 millones USD anuales, solo de fungicidas en el primer año). Alta resistencia a fungicidas y capacidad de adaptación.   |
| 1993  | <i>Toxoptera citricidus</i> (pulgón negro de los cítricos,                     | Introducción desde Base Naval de Guantánamo. Es el vector principal del <i>Citrus tristeza closterovirus</i> (CTV). En 1990 >140 mil ha y producción >1.17 millones de t de fruta. En el 2003 se produjeron 628 mil tm.   |

|         |  |   |
|---------|--|---|
| 1995    | <i>Hyppotenemus hampei</i> (Broca del grano de café)   | Introducción en granos. Los daños a los granos del café pueden alcanzar el 80% de la cosecha. Causó pérdida inicial >48,2 millones de pesos.  |
| 1997    | <i>Thrips palmi</i> (Thrips de los melones)  | Introducción. La afectación a la producción de papas, frijoles y otros cultivos junto a la introducción de nuevas tecnologías de producción ascendió a 32,4 millones de dólares   |
| 1996-98 | <i>Phytophthora infestans</i> mating type A2. (tizón tardío de la papa)  | Introducciones sucesivas en semillas. Aparición de poblaciones sexuales híbridas A1/A2, con alta resistencia a fungicidas de diferentes mecanismos de acción y una mayor plasticidad ambiental y agresividad. Sus daños durante los fríos húmedos pueden afectar hasta el 60% de cosecha. |
| 1997    | <i>Stenotarsonemus spinki</i> / <i>Sarocladium oryzae</i> (pudrición de la vaina del arroz y manchado del grano) | Introducción del hongo en semillas. Fuerte afectación a la producción de arroz. Los daños directos a la economía del país alcanzaron 2,47 millones USD. El hongo tiene una alta frecuencia de transmisión por semilla a diferencia del ácaro asociado                                     |
| 1999    | <i>Diaphorina citri</i> (Psílido de los cítricos) y <i>Candidatus Liberobacter asiaticus</i> (HLB)               | Diseminación. Causa desnutrición y caída de frutos, declinación de la producción y muerte prematura de plantas. Causante de aumento gastos de producción y costos de control y principal problema actual de la citricultura en Cuba.  |
| <2007   | <i>Guignardia citricarpa</i> (mancha negra de los cítricos)  | Introducción desconocida. Causa defoliación y caída prematura de frutos (estimada en 23% de la fruta producida, con un valor equivalente en jugo cercano al millón USD). Causó la pérdida de la exportación de fruta fresca de cítricos.  |
| 2009    | <i>Phakopsora pachyrhizi</i> (roya asiática de la soya)  | Pandémica en corrientes de aire. La roya asiática ampliamente distribuida en Cuba en hospedantes secundarios. Puede causar defoliación a partir de la floración y afectar > del 70% del rendimiento si no se realizan tratamientos con fungicidas.  |

El Sistema de Sanidad Vegetal comprende una Dirección Nacional, 15 Direcciones Provinciales, 15 LAPROSAV (laboratorios provinciales), 85 ETPP y 41 puntos de frontera (8). Estos desarrollan todas las funciones para la vigilancia, manejo de plagas y reglamentaciones relativas a la Sanidad Vegetal establecido en el Decreto Ley 153 de 1996. La resolución 172 del 2017 del Ministro de Agricultura (9), establece las plagas sometidas a regulaciones (tabla 3). Las categorías establecidas en la resolución son: A1 (Plagas cuya presencia en Cuba no está reconocida oficialmente y su entrada está prohibida; A2 (plagas informadas oficialmente en Cuba con poca diseminación, bajo control oficial y sometidas a acciones legales de cuarentena y Reguladas no reglamentadas (plagas no cuarentenarias cuya presencia en las plantas para plantar tiene repercusiones económicamente inaceptables y cuyo uso está regulado en el territorio de la parte importadora).

Cuba tiene una lista de plagas reglamentadas reconocidas en su legislación establecida con base en los análisis de riesgos de entrada, establecimiento, diseminación e impacto, de las especies de plagas, (tabla 3).

Tabla 3. Resumen de las plagas de importancia económica por Categoría en la Resolución 172 del 2017 (10)

| Categoría                  | Número de especies por categoría |        |        |              |                  |           |         |
|----------------------------|----------------------------------|--------|--------|--------------|------------------|-----------|---------|
|                            | Insectos                         | Ácaros | Hongos | Procarriotes | Virus / Viroides | Nematodos | Malezas |
| A1                         | 55                               | 7      | 24     | 27           | 47               | 17        | 24      |
| A2                         | 1                                | -      | 3      | 6            | 3                | 1         | 3       |
| Reguladas no reglamentadas | 7                                | 5      | 30     | 18           | 20               | 7         | 14      |

Entre los ejemplos de riesgos de plagas exóticas de gran impacto económico que se mantienen en los programas de vigilancia cuarentenaria se pueden mencionar: *F. oxysporum* f. sp. *cubense* raza 4 tropical, causante de la marchitez por Fusarium de los plátanos actualmente en distribución pandémica; la

moniliasis del cacao por *Moniliophthora roreri* (presente en Centro y Sur América) y la escoba de brujas *M. perniciosa* (presente además en Jamaica); diferentes especies de *Fusarium* del complejo de especies de *F. fujikuroi* causante de la malformación del mango (*F. subglutinans*, *F. mangiferae*, *F. sterilihyphosum*, *F. proliferatum*; *F. mexicanum* sp. nov.) y de la marchitez de la piña (*F. guttiforme* y *F. ananatum*); *Xanthomonas axenopodis* pv *mangiferae-indica* (cáncer bacteriano del mango) y *Xanthomonas axenopodis* pv *citri* (cáncer de los cítricos; *Rafaellea lauricola* y su vectores *Xyleborus glabratus* y otros escarabajos ambrosia (marchitez del aguacate y las lauráceas presentes en la Florida; *Xyllella fastidiosa* s. sp. *pauca* (declinación del café ); *Ralstonia solanacearum* raza II, *Xanthomonas vasicola* pv. *musacearum* y *Ralstonia zzygii* pv *celebensis* (causantes de marchiteces bacterianas de las musáceas en América, África y el sudeste asiático respectivamente); el virus del Banana bunchy top presente en Asia y África; *Colletotrichum coffeanum* y *Gibberella xylarioides* (causantes de la necrosis de las cerezas verdes y la marchitez del café respectivamente) en África; *Helicoverpa armigera*, plaga de numerosos cultivos hortícolas, algodón, maíz, tabaco, etc.; *Ceratitis capitata* (mosca mediterránea de la fruta) y otras moscas fruteras, etc.

El sistema de laboratorios de Sanidad Vegetal se encuentra con diferentes niveles de problemas de descapitalización, obsolescencia de equipos logística y envejecimiento de su personal. El sistema se apoya metodológicamente para su trabajo y desarrollo por las instituciones científicas del MINAG, el MES CIGB, etc., que se coordinan en los programas de Ciencias del país y en grupos de trabajo para objetivos específicos.

La vigilancia se desarrolla con el trabajo combinado de las ETPP, LAPROSAV y puntos de frontera que realizan inspecciones y toma de muestras frescas y el diagnóstico (8). Dado que el movimiento de patógenos en semillas es reconocido como factor principal de las epidemias emergentes y reemergentes (4), el diagnóstico y certificación de lotes de semillas nacionales e importados es un componente principal del trabajo de todos los laboratorios. El diagnóstico y saneamiento en semillas de virus, procariones y hongos sistémicos en los procedimientos de multiplicación biotecnológica y convencional es un elemento primordial para prevenir la diseminación de patógenos y pérdidas de producción.

La vigilancia, diagnóstico y el manejo requieren de la innovación sistemática de sus procedimientos. Para la vigilancia se requiere transferir y adaptar protocolos de detección temprana tanto a distancia como *in situ* (11, 12). El uso de sensores, drones y perros para detectar plantas y partes de plantas enfermas, está siendo generalizado internacionalmente en la región. Los procedimientos de diagnóstico con enfoques morfológicos, biológicos y moleculares para la vigilancia y los programas de manejo de plagas, se encuentran en constante evolución. Nuevas plataformas de diagnóstico múltiple en tiempo real se encuentran en desarrollo junto a los sistemas tradicionales ya establecidos. Los sistemas *deep learning* (13, 14) con nuevas plataformas informáticas están en desarrollo y se requiere su paulatina transferencia y adopción en la práctica diaria.

El manejo de plagas y prevención debe progresar sistemáticamente integrando procedimientos de desinfección de semillas, monitoreo de poblaciones en los diferentes cultivos, resistencia genética, lucha química y biológica y sobre todo las mejores prácticas de cultivo y postcosecha que garanticen altos rendimientos y productos de calidad acorde a las normas internacionales. Los estudios de microbioma de diferentes plantas de cultivo potenciarán la productividad agrícola y el manejo de plagas en el futuro (16). La prevención y vigilancia de plagas exóticas previene los daños y las pérdidas que afectan a los productores y los gastos permanentes que imponen. La integración de la sanidad vegetal en el enfoque

“Una salud” permite potenciar el uso de los recursos disponibles y garantizar alimentos sanos de calidad.

#### IV. CONCLUSIONES

1. Las plagas de los cultivos junto a los procedimientos de manejo limitan la cantidad y calidad de alimentos e impactan en la salud humana y el ambiente. La integración de los servicios fitosanitarios dentro del enfoque de Una Salud permitirá un uso más racional de la logística y recursos humanos existentes en el país
2. En el pasado la agricultura y la economía cubana fue severamente impactada por plagas invasoras y se han identificado nuevas amenazas que demandan el fortalecimiento logístico, metodológico y de los recursos humanos para la prevención de su impacto. La vigilancia y la prevención de la diseminación transfronteriza e interna de nuevos agentes nocivos debe ser el pilar del funcionamiento dentro de “Una Salud”.
3. Se requiere métodos innovados de detección temprana *in situ* y a distancia, el desarrollo de protocolos y sistemas de diagnóstico y manejo integrando las posibilidades existentes. Los estudios futuros del microbioma de diferentes plantas de cultivo, permitirá revolucionar el control biológico de plagas, los procedimientos biotecnológicos y la fitosanidad como un todo.

#### REFERENCIAS

- (1) FAO. Programa Regional para el Fortalecimiento de los Sistemas de Sanidad Agrícola y la Movilización de Recursos en América Latina y el Caribe (PRSA-ALC). (2018).
- (2) James, C. Economic, social and political implications of crop losses: a holistic framework for loss assessment in agricultural systems. In: Teng, P.S. and Krupa, S.V. (Eds.) Proceedings of E.C. Stakman Commemorative Symposium, University of Minnesota, Minneapolis. (1980): 10-16.
- (3) Oerke, E.C. Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science* (2006) 144, 31–43
- (4) Smeekens, J. Regulating innovation in plant breeding: an European perspective. Abstracts CIGB Congress BioCubaAgro 2022. Varadero, Cuba.
- (5) MINAG. Sistema de gestión de Gobierno basado en Ciencia e Innovación (SGGCI). (2021)
- (6) Anderson PK, Cunningham AA, Patel NG, Morales FJ, Epstein PR, Daszak P. Emerging infectious diseases of plants: pathogen pollution, climate change and agrotechnology drivers. *Trends in Ecology and Evolution* 19 (10) (October 2004): doi:10.1016/j.tree. 2004.07.021 (on line Agosto 14 2004).
- (7) Pérez-Vicente L. Las epidemias de fitopatógenos ocurridas desde 1900 en Cuba: historia, epidemiología y factores de impacto. Resúmenes del III Seminario Internacional de Sanidad Agropecuaria y XX Congreso Latinoamericano de Fitopatología SISA 2019. *Revista de Protección Vegetal*, Vol. 36, No. Especial (SISA 2019), 2021, E-ISSN: 2224-4697.
- (8) Pérez-Vicente L. El diagnóstico de plagas en el sistema de sanidad vegetal: historia, evolución, situación actual del servicio y necesidades futuras. Congreso Nacional de Sanidad Vegetal Palacio de Convenciones 15-17 de enero del 2008.
- (9) Gaceta Oficial. Ley Numero 153. De las Regulaciones de la Sanidad Vegetal. 1996. 10 pp.
- (10) MINAG. Resolución 172, 2017. Lista de Plagas Reglamentadas de la República de Cuba. Abril 4 2017.
- (11) Bock CH, Barbedo JGA, Del Ponte EM, Bohnenkamp D, Mahlein AK. From visual estimates to fully automated sensor-based measurements of plant disease severity: status and challenges for improving accuracy. *Phytopathology Research* (2020) 2:9. <https://doi.org/10.1186/s42483-020-00049-8>

- (12) Ye H, Huang W, Huang S, Nie C, Guo J, Cui B. Application of UAV Remote Sensing in Monitoring Banana Fusarium Wilt. Chapter, 12. *Interchopen*. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.99950>
- (13) Mohanty SP, Hughes DP, Salathé M. Using deep learning for image-based plant disease detection. *Frontiers in plant science*, 7:1419, 2016.
- (14) Mwebaze E, Owomugisha G. Machine learning for plant disease incidence and severity measurements from leaf images. In 2016 15th IEEE international conference on machine learning and applications (ICMLA), pp. 158–163. IEEE, 2016.
- (15) MINAG. Resolución Ministerial 172/2017. Lista de plagas Cuarentenarias y Reglamentadas No Cuarentenarias. Ministro de Agricultura. 17 de marzo del 2017.
- (16) Pieterse C. The root microbiome and plant health. Abstracts CIGB Congress BioCubaAgro 2022. Varadero, Cuba.