

## EL ENFOQUE SISTÉMICO E INTERDISCIPLINARIO EN LA CARRERA DE AGRONOMÍA: CLASE DE LA ASIGNATURA SISTEMA INTEGRADO DE CULTIVO

### THE SYSTEMIC AND INTERDISCIPLINARY APPROACH IN THE AGRONOMY CAREER: CLASS IN THE INTEGRATED CROP SYSTEM SUBJECT

Autores: Roberto Cuñarro Cabeza ORCID 0000-0002-7823-091x)

Dr. C. Idalmis Hernández Escobar ORCID 0000-0002-4199-5273

Irelío Urra Zayas, [ehbatista@hotmail.com](mailto:ehbatista@hotmail.com) ORCID: 0000-0002-3779-767X

Universidad Agraria de la Habana. Facultad de Agronomía.

Correo electrónico: [robertocc@unah.edu.cu](mailto:robertocc@unah.edu.cu), [idalmis@unah.edu.cu](mailto:idalmis@unah.edu.cu); [irelio@unah.edu.cu](mailto:irelio@unah.edu.cu)

#### Resumen

El plan de estudio para la carrera de Agronomía define como modo de actuación de los egresados "Gestionar eficientemente los procesos en los sistemas de producción agropecuaria" para ello define a la Disciplina Producción Agrícola y constituye la disciplina principal Integradora de la carrera (DPI), Que es la encargada de integrar todos los contenidos de las diferentes disciplinas del plan de estudio E y esta presente en todos los años académicos. En este trabajo se presenta un modelo a utilizar en las clases de Sistema Integrado de cultivo que permite analizar las interacciones que se dan en los sistemas de producción con un enfoque sistémico e interdisciplinario.

**Palabras clave:** la clase- Enfoque sistémico e interdisciplinario.

#### Abstract

The study plan for the Agronomy career defines as a mode of action of the graduates "Efficiently manage the processes in agricultural production systems" for this defines the Agricultural Production Discipline and constitutes the main Integrating discipline of the career (DPI), That it is in charge of integrating all the contents of the different disciplines of the study plan E and is present in all academic years. In this work, a model to be used in the classes of Integrated System of cultivation is presented that allows to analyze the interactions that occur in the production systems with a systemic and interdisciplinary approach.

**Keywords:** the class- Systemic and interdisciplinary approach.

#### Métodos, materiales y resultados

El Plan de E de la carrera de Agronomía define a la Disciplina Producción Agrícola y constituye la disciplina principal Integradora de la carrera (DPI), es la encargada de integrar todos los contenidos de las diferentes disciplinas del plan de estudio E. Para ello tiene una asignatura integradora en cada año a fin de lograr la integración horizontal en los años, y de esta forma ir avanzando a través de

estos. En ella el estudiante se identifica con el objeto de la profesión, apropiándose de su modo de actuación mediante la solución de problemas reales de la práctica social agropecuaria (MES, 2017).

Esta disciplina debe acercar a los estudiantes a sus futuros escenarios de actuación, donde tendrán como misión la gestión eficiente de los recursos disponibles en los sistemas de producción agropecuarios. Considerando que los ingenieros agrónomos, una vez graduados serán ubicados en las áreas de producción de los distintos tipos de estructuras de base: UBPC, CPA, CCS, Granjas Estatales, Empresas Agropecuarias, entre otros, se hace evidente que el vínculo de los estudiantes con estas formas productivas debe iniciarse desde el primer año de la carrera, incrementando su tiempo de permanencia en estos a medida que avanza en el currículo lectivo.

Tiene como objetivo gestionar los procesos agropecuarios en la unidad de producción, interpretándolo de forma dialéctica y materialista, con un sistema de valores éticos y estéticos basados en el amor a la patria, a la naturaleza y en el respeto a las normas de trabajo en grupo, mediante la auto preparación política-ideológica y científico técnica, que le permita desempeñar sus actividades como profesional de una agricultura culturalmente adaptada al entorno y socialmente justa (MES, 2017).

Esta disciplina la componen en los primeros años de la carrera las asignaturas Práctica Agropecuaria que es la encargada de lograr la integración en el año académico, además tienen la Práctica Laboral la cual desarrollan en las entidades de base del sistema de la agricultura, cuentan los estudiante con una guía integradora conformada por los profesores del año. En el tercero y cuarto año de la carrera además de la práctica laboral reciben las asignaturas de Sistema de Producción Agropecuaria y dentro de este los sistemas Integrados de cultivo.

Al valorar el concepto de interdisciplinariedad, según Lawrence (2015), integra información, datos técnicas, herramientas perspectivas, conceptos y/o teorías de dos o más disciplinas o cuerpos de conocimientos especializado para avanzar en la comprensión fundamental o para resolver problemas cuyas soluciones está más allá del alcance de una sola disciplina o área del saber.

El elemento que unifica ambos términos en los estudios agronómicos son los nodos de integración que se visualiza, según Darbelly (2015), como un ámbito de aprendizaje interdisciplinario en el que se integran contenidos, se vincula la metodología y se aprende la ética profesional, tanto para conocer y comprender Como para entrenarse en el (actuar, diseñar, evaluar y controlar).

En el estudio de las Ciencias agrícolas conjugan elementos de la Química, Física, Biología, Economía, entre otras materias, supone volcarse a un racionalismo integrador, teniendo en cuenta la

estrecha interacción de factores físicos, químicos, agrobiológicos, económicos, ambientales y otros que intervienen antes, durante y posterior al proceso de producción agrícola .

En las ciencias agronómicas, los Agrosistemas son los que justifican la inclusión de las diversas asignaturas y disciplinas en los nodos de integración y de esta manera facilitar la integración, significaría en términos concretos "Hacer un todo o un conjunto con partes diversas.

Evidentemente, la formación de profesores capacitados en esta área requiere de muchos esfuerzos por parte del sistema educativo, ya que implica una capacitación en diferentes campos que abarcan la percepción, actitudes, habilidad y métodos adecuado al contexto geográfico.

Es por eso que a los autores motiva a exponer en este trabajo la propuesta metodológica de cómo abordar las clases en la asignatura (Sistema Integrado de cultivo).

### **Discusión de resultados**

El sistema de producción agrícola deberá comprender los diferentes patrones de siembra, así como las restantes actividades que se realizan en la entidad productiva. Son pues, las especies vegetales que se cultivan en el marco de una explotación agraria componentes de un sistema en el que:

- Participan de forma interactiva
- Contribuyen a un objetivo común
- Reaccionan globalmente ante estímulos externos y presentan una frontera específica delimitada por sus propios caracteres (Spedding, 1994 citado por Urra et al; 2008, s/p)

Dentro de este marco, los Sistemas Integrados de Cultivos (SIC) deben considerarse como subsistemas de los Sistemas de Producción Vegetal (SPV) para una determinada región climática

Estos subsistemas estarán formados por:

- Una superficie
- Las plantas de cultivo con su ordenamiento espacial y temporal
- Las técnicas de cultivo que se aplicarán desde la siembra hasta la cosecha

En consecuencia los componentes del sistema son:

- Plantas cultivadas
- Medio en que se desarrollan
- Técnica de cultivo

Al igual que las especies cultivadas los Sistemas Agrarios, así como los SIC y los Sistemas de Producción Vegetal (SPV) reciben la influencia del complejo Suelo - Planta – Clima – Hombre

En nuestras clases de sistema integrado de cultivo utilizamos para impartirlas el modelo (CIPP) que este nos permite desarrollar el enfoque sistémico e interdisciplinario que requiere la carrera de agronomía, teniendo en cuenta que para analizar integralmente el (sistema de cultivo) y sus relaciones se necesita del conocimiento por parte del alumno de muchos contenidos impartidos en varias disciplinas visto a su vez con un enfoque sistémico.



Ahora desarrollamos un tema de los impartidos en nuestras clases donde tomamos como ejemplo el cultivo del frijol, pero es aplicable a cualquier cultivo lo importante es determinar las interrelaciones que se dan en el sistema.

Para que el estudiante pueda determinar las interrelaciones que se dan en el sistema de producción tiene que necesariamente hacer uso de conocimiento y habilidades adquiridas en diferentes disciplinas y asignaturas como Química, Botánica, Fisiología, Agroecología, Ciencias de suelo y Agua, Mecanización, Fitotecnia General, Sanidad Vegetal entre otras.

**Tema de la Clase:** Fases del desarrollo del Cultivo de frijol y su interacción con los factores determinantes del rendimiento.

A medida que el cultivo se desarrolla se suceden cambios fisiológicos y morfológicos que determinan los llamados estadios fenológicos o fenofases de la planta. Estos procesos están determinados genéticamente y son influenciados por el ambiente. Si bien el crecimiento y desarrollo de un cultivo es un proceso continuo donde hay superposición de eventos, se definen escalas para la clasificación de las diferentes etapas fenológicas o fenofases.

La descripción de estas etapas fenológicas permite correlacionarlas con el momento de ocurrencia de diversos factores ambientales y aspectos de manejo, para comprender así las respuestas del cultivo en la formación de los componentes estructurales del rendimiento.

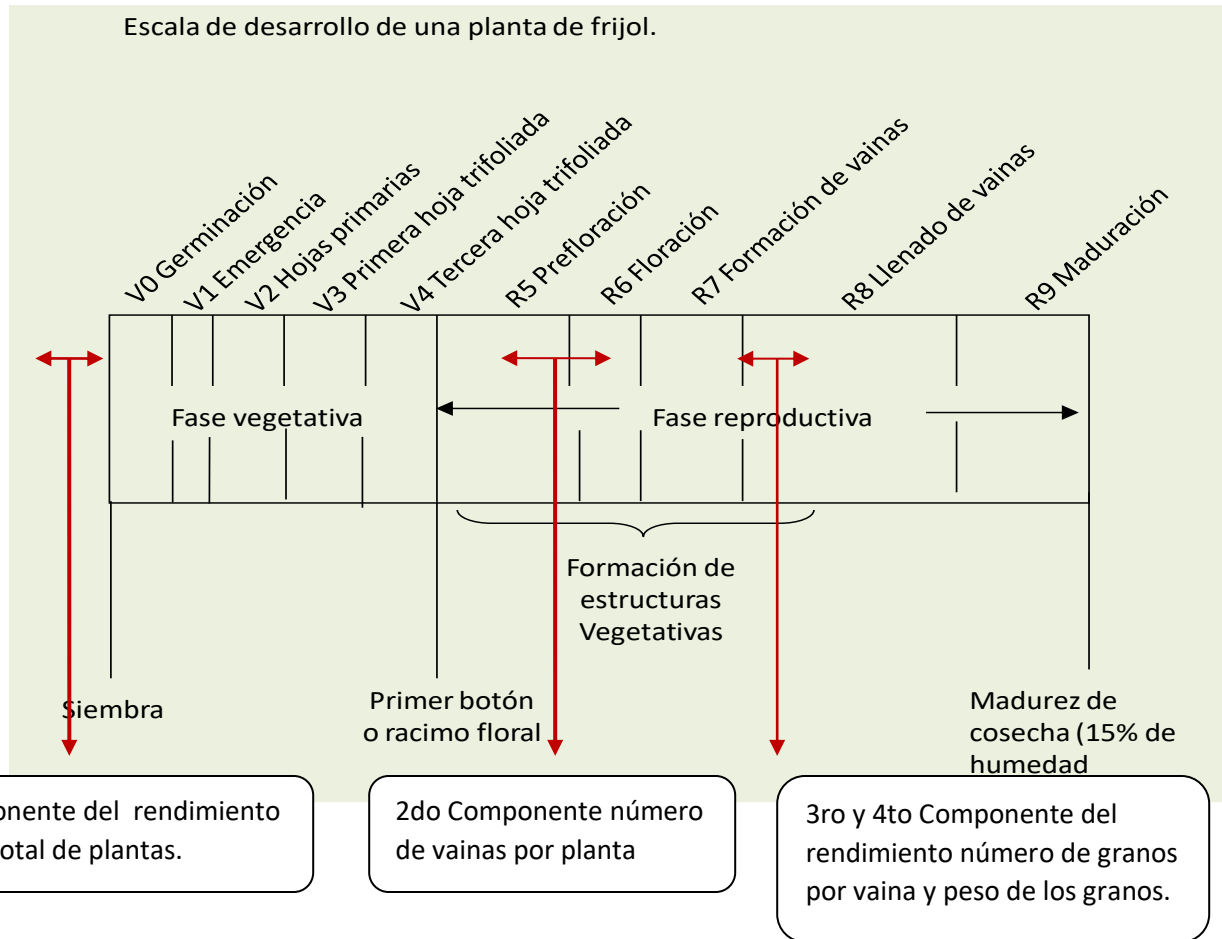
El CIAT 1986, elaboró **la escala de desarrollo de la planta de frijol común** que se describe a continuación.

Se propone usar esta escala, en lugar de referirse a los **días después de la siembra (dds)**, cuando se trate de identificar el momento (fisiológico) en que se ha hecho o se debe hacer una práctica u observación; los **dds**, que se usan normalmente para este propósito, no constituyen un patrón de medida confiable porque varían según sean el genotipo de la planta, el clima, etc.

La escala es de tipo numérico y está basada en las características morfológicas que presenta la planta según el estado fisiológico en que se encuentre; se puede aplicar para cualquier hábito de crecimiento y cualquier genotipo dentro del mismo hábito, así como en plantas individuales y en cultivos.

Con ella el profesional puede no sólo relacionar mejor sus datos y observaciones de tipo fitogenético, fitotécnico, entomológico o climatológico con la fisiología de la planta, sino comparar de una manera más real los resultados experimentales de su propio trabajo con los de otros investigadores en diferentes ambientes, como también hacer o aplicar más oportunamente las recomendaciones sobre diferentes prácticas de manejo.

A continuación, basándonos en la misma, presentaremos las etapas más importantes del cultivo de frijol y los factores a tener en cuenta para lograr alcanzar los mejores rendimientos (*Fernández et al;*



## Fase vegetativa

**La fase vegetativa** se inicia en el momento en que la semilla dispone de condiciones favorables para germinar, y termina cuando aparecen los primeros botones florales; en esta fase se forma la mayor parte de la estructura vegetativa que la planta necesita para iniciar su reproducción, esta se divide en diferentes fenofases de acuerdo al estado de desarrollo y las mismas requieren determinadas condiciones para su ocurrencia (CENTA, 2018).

### Fenofases germinación-emergencia (v0-v1)

Estamos ante uno de los momentos más importantes del cultivo, ya que el logro de una correcta siembra es la base para el desarrollo de un cultivo uniforme. Aquí se define el número de plantas logradas por unidad de superficie (1° componente del rendimiento).

Para una buena germinación los factores que más influyen son el agua y la temperatura. Si bien los requerimientos de humedad en este momento son bajos, asegurar la imbibición homogénea de las semillas para iniciar el proceso germinativo es fundamental.

Un exceso de agua durante esta etapa limitaría la disponibilidad de oxígeno para la semilla afectando la germinación, impactando tanto en la cantidad de plantas logradas como en la velocidad de emergencia.

El proceso de germinación de la semilla está regulado por las transformaciones bioquímicas que ocurren en la semilla y por la actividad enzimática que actúa en dichas transformaciones. La temperatura influye sobre este proceso enzimático, acelerándolo o retardándolo. Por ejemplo, las temperaturas bajas lo retardan y por debajo de 8 °C se anula, deteniéndose por tanto la germinación. Por otra parte, las temperaturas superiores a 30 °C, debido a su acción desnaturalizadora sobre las enzimas influyen negativamente sobre la germinación. Para esta fenofase se recomienda como temperatura óptima de 24 a 25 °C con mínima de 8 °C y máximas de 30 °C.

### **Aspecto de manejo del cultivo a tener en cuenta en estas fenofases.**

Realizar la siembra con buena humedad de suelo y con temperatura de suelo por encima de 10°C.

- Seleccionar correctamente el periodo de siembra teniendo en cuenta la variedad.
- Utilizar semillas de calidad con un 95% o más de germinación.
- Calibrar correctamente la sembradora si esta es mecanizada.
- Garantizar que la preparación del suelo sea correcta y evitar depresiones en el terreno para lograr que no se produzcan encharcamiento por las lluvias y el riego.
- Utilizar una profundidad de siembra en dependencia del tipo de suelo de 2 a 3cm si son suelo arcillosos pesados y de 2 a 5 cm si son ligeros y arenosos.
- La distancia de siembra se utilizara teniendo en cuenta el tipo de crecimiento de la variedad, para garantizar una adecuada densidad de población.
- Se inocula las semillas con biofertilizantes que los más utilizados son Biofer, este permite sustituir el 50% de la fertilización nitrogenada, se mezcla 750 g del producto para 46kg de semilla. Se utiliza también el EcoMic
- Se realizaran dos riegos:

1. El primer riego o riego de germinación (**vivo**) se efectuara inmediatamente después de la siembra, tratando de humedecer el suelo de forma uniforme para garantizar la germinación de todas las semillas sembradas y lograr eficiencia en caso que se utilice herbicidas selectivos en pre siembra, debe utilizarse una norma de 250 a 350 m<sup>3</sup>/ha<sup>-1</sup>.

2. El segundo riego debe aplicarse de 3 a 4 días después del primero y tiene como objetivo lograr la total brotación del campo. Este riego debe ser ligero con una norma no mayor de  $150 \text{ m}^3/\text{ha}^{-1}$ .

- Para la fertilización en el frijol se deben aplicar de 30 a 50  $\text{kg}/\text{ha}^{-1}$  de nitrógeno si inoculamos las semillas con Rizhobium, pero se necesitan 120 kg si no se efectúa la inoculación, mientras que de  $\text{P}_{205}$  se aplican de 60 a 90  $\text{kg}/\text{ha}^{-1}$  y 135 kg de  $\text{K}_{20}$ . Se realizara la primera fertilización donde se incorpora 1 tercio del nitrógeno, todo el fosforo y potasio garantizando que quede localizado en bandas 3 cm por debajo del lecho de la semilla para evitar el contacto con la misma.

### **Fenofases formación de hojas primarias - a la 3ra hoja trifoliada (v2 a v4)**

En estas fenofases se forman la mayor parte de la estructura vegetativa que la planta necesita para iniciar su reproducción, requiere del productor atenderla de forma tal que se le propicie todas las condiciones para que tenga su máximo desarrollo.

Teniendo en cuenta que el frijol es de crecimiento rápido y estas fenofases tienen poca duración hay que tener presente todos los recursos para garantizar las labores de manejo que se tienen que realizar.

Uno de los factores determinante en estas fenofases es la temperatura su valor optimo es de 20 a 25  $^{\circ}\text{C}$  y mínimo de 15  $^{\circ}\text{C}$ . Las bajas temperaturas en estas fenofases retardan el crecimiento lo que ocurre en las siembras tardías de diciembre-enero, trayendo consigo que las plantas formen plantas con escasa estructura vegetativa (follaje).

### **Aspecto de manejo del cultivo a tener en cuenta en estas fenofases**

- Realizar el Control de las malezas.
- Realizar pases de cultivadores para romper la costra superficial y facilitar la aireación y el drenaje del campo.
- Mantener el monitoreo y control de las principales plagas que se caracterizan por afectar el follaje en este cultivo como *Bemisia* spp (Mosca blanca); *Empoasca* spp (Salta hojas); *Polyphugo tarsonemus latus* (acaró blanco); *Tetranychus tumidus* (acaró rojo) y los crisomélidos.
- Aplicar en la fenofase (V4) los 2 tercios restantes del nitrógeno para garantizar que las plantas inicien la etapa reproductiva bien nutrida.
- Si se dispone de Bioestimulantes como el FitoMas E o Biobras -16 que se fraccionan las dosis hacer la primera aplicación.

- Aplicar 4 o 5 riegos a intervalos de 5 a 6 días con normas de 250 a 300 m<sup>3</sup>/h<sup>-1</sup>.

## **Fase reproductiva**

### **Fenofases Prefloración - floración (R5-R6)**

Aquí comienza la etapa reproductiva se inicia con la aparición de los primeros botones o racimos florales y termina cuando el grano alcanza el grado de madurez necesario para la cosecha; a pesar de ser esta fase eminentemente reproductiva, durante ella las variedades indeterminadas (Tipos II, III y IV) continúan, aunque con menor intensidad, produciendo estructuras vegetativas.

La entrada de planta a la fenofase (R5) que es el inicio de la de la fase reproductiva es variable dependen fundamentalmente del cultivar y comportamiento de las variables climática. Esto hace que varíe el consumo de agua expresado en las normas de riego que son de 3 500- 4 800 m<sup>3</sup>/ha<sup>-1</sup> para los cultivares de ciclos cortos (80 a 100 días) y de 4 000 a 6 000 para los cultivares de ciclo largo de (100 a 120) días, y el momento de la segunda aplicación de fertilizante.

Estamos en presencia de dos fenofases muy exigente en cuanto a nutrientes y agua. Del total de elementos nutrientes adsorbidos el 48% del nitrógeno; 60% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 59% de K<sub>2</sub>O lo adsorbe en floración (R6). En esta fenofase unida a la (R7) en donde se define el segundo componente del rendimiento **número de vainas por planta**. Las temperaturas óptimas para estas fenofases son de 22 a 25°C con una mínima de 12°C y máxima de 30°C. Temperaturas por encima de los 26°C producen abortó de flores disminuyendo la capacidad productiva de la planta.

Estas fenofases son muy exigentes en cuanto a la humedad dado por los valores que alcanza la evapotranspiración de 3,98 mm/días en la fenofase (R6).

### **Aspecto de manejo del cultivo a tener en cuenta en estas fenofases.**

- Aplicar dos o tres riegos a intervalos de 5 días con normas de 300 a 350 m<sup>3</sup> / h<sup>-1</sup> humedeciendo una profundidad de 40cm.
- Mantener el monitoreo y control de las principales plagas y enfermedades.
- Aplicar Si se dispone de Bioestimulantes como el FitoMas E o Biobras -16 que se fraccionan las dosis hacer la segunda aplicación.

### **Fenofases Formación de vainas – Llenado de las vainas (R7-R8)**

Estas dos fenofases igual que las dos anteriores son muy exigentes en cuanto a nutrientes y agua también. Del total de elementos nutrientes adsorbidos el 44% del nitrógeno; 26% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 26% de K<sub>2</sub>O lo adsorbe en la formación y llenado de los granos. En estas fenofases en donde se termina de

formar el 2do componente del rendimiento **número de vainas por planta y se define el 3ro y 4to componente del rendimiento, número de granos por vaina y peso de los granos.** Las temperaturas óptimas para estas fenofases son de 22 a 25°C con una mínima de 12°C y máxima de 30°C.

#### **Aspecto de manejo del cultivo a tener en cuenta en estas fenofases.**

- Aplicar de cuatro a cinco riegos a intervalos de 5 días con normas de 300 a 350 m<sup>3</sup>/h<sup>-1</sup> humedeciendo una profundidad de 40cm.
- Mantener el monitoreo y control de las principales plagas y enfermedades.
- **Aplicar** Si se dispone de Bioestimulantes como el FitoMas E o Biobras -16 que se fraccionan las dosis hacer una tercera aplicación si fuera necesario

#### **Fenofase Maduración (R9)**

Esta fenofase es la última que culmina con la madurez fisiológica, se caracteriza por ser una fenofase poco exigente en cuanto nutrientes y humedad de suelo. Las temperaturas óptimas son de 22 a 26°C con mínimas de 18°C y máximas de 30°C. Exige para la cosecha llegar a una humedad del grano de 18 a 20%.

#### **Aspecto de manejo del cultivo a tener en cuenta en estas fenofases.**

- Realizar la cosecha con una humedad del grano del 18 al 20% .
- Realizar la trilla con una humedad no superior al 17 ni inferior al 15% para que no se afecte la calidad del grano.
- Debemos almacenar el grano con una humeado de 10 al 11%.
- Si vamos a almacenarlo en frigorífico la temperatura de las cámaras deber tener de 0-10°C y una humedad relativa de 50 a 60%.

#### **Conclusiones**

La utilización del modelo CIPP permite hacer un análisis con enfoque sistémico al determinar la interacción que se dan en los diferentes componentes del sistema, a la vez que el estudiante hace uso de los conocimientos adquiridos en las diferentes disciplinas y asignaturas que conforman el plan de estudio tanto las básicas, básicas específicas y las del ejercicio de la profesión.

#### **Referencias Bibliográficas**

Cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), El Salvador, 2018.

CIA T (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1986. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L). Fernando Fernández de c., Paul Gepts, Marceliano López. Cali, Colombia. 34 p. iluso.

Monografía del Frijol. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial Dirección Ejecutiva de Análisis Sectorial, México, 2011.

Guía técnica del cultivo de frijol común. Ministerio de la Agricultura, Cuba. 2010.

Guía para el cultivo del frijol en Cuba. Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". Ministerio de la Agricultura, 2010.

Lawrence, R. (2015). Advances in transdisciplinarity: epistemologies, methodologies and processes. *Futures* 65, pp.1-9. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.11.007>

Darbellay, F.(2015). Rethinking inter- and transdisciplinarity: undisciplined knowledge and the emergence of a new thought style. *Futures* 65, pp.163-174. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.10.009>

Irelío Urra zayas; *et al.* Sistema de Producción Agrícola. Universidad Agraria de La Habana .Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Agrícola, 2008.