

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

CATIE

Departamento de Producción Vegetal

INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS: UN BOSQUEJO DE LA  
METODOLOGÍA UTILIZADA EN PANAMÁ

Washington Bejarano E.

Philip Shannon

Presentado en el Curso "Investigación y Desarrollo de Tecnología para  
Sistemas de Producción de Cultivos". Turrialba, Costa Rica. Agosto  
22 a Septiembre 25 de 1983.

Turrialba, Costa Rica  
Agosto, 1983

## CONTENIDO

	Pág.
1. CARACTERISTICAS GENERALES DEL PROYECTO DE INVESTIGACION.	1
2. MARCO CONCEPTUAL DE LA INVESTIGACION.	2
3. FASES DE SELECCION DE AREAS Y CARACTERIZACION DE AREA, FINCA Y SISTEMA DE CULTIVO.	3
3.1 Selección de áreas.	3
3.2 Caracterización de áreas.	4
3.3 Caracterización de fincas.	4
3.4 Caracterización de los sistemas de cultivo.	4
4. FASES DE INVESTIGACION EN FINCA.	5
4.1 Diseño de la investigación.	5
4.2 Experimentación de campo.	6
4.2.1 Experimentos exploratorios.	6
4.2.2 Experimentos de comparación de alternativas.	
Primer ciclo.	8
4.2.3 Experimentos en componentes	10
4.2.4 Experimentos de comparación de alternativas.	
Segundo ciclo.	12
4.3 Elaboración de la alternativa de producción.	12
5. BIBLIOGRAFIA.	14

INVESTIGACION EN SISTEMAS DE PRODUCCION DE CULTIVOS: UN BOSQUEJO DE LA  
METODOLOGIA UTILIZADA EN PANAMA.

Washington Bejarano 1/

Philip Shannon 2/

1. CARACTERISTICAS GENERALES DEL PROYECTO DE INVESTIGACION.

El Proyecto de Investigación en Sistemas de Producción Agropecuaria para Fincas Pequeñas, se desarrolla en Panamá a través de un Acuerdo de Cooperación firmado entre el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) para unir esfuerzos, recursos y conocimientos técnico-científicos, para desarrollar actividades conjuntas de investigación en sistemas de producción para productores de limitados recursos, en concordancia con las prioridades que determina el IDIAP dentro de las políticas nacionales y las líneas de acción de CATIE.

El objetivo fundamental del Proyecto es el incremento de la productividad, ingreso y nivel de vida del agricultor de limitados recursos, mediante la acción institucional conjunta de las dos partes en el campo de la investigación, capacitación y cooperación técnica en sistemas de producción. Los objetivos específicos incluyen:

- a. Caracterizar los aspectos ecológicos y socioeconómicos de las áreas de trabajo.
- b. Identificar los sistemas de producción y los factores limitantes de los mismos.

---

1/ Especialista en sistemas de producción de cultivos. Técnico Residente de CATIE. David, Panamá.

2/ Entomólogo. Técnico Residente de CATIE. David, Panamá.

- c. Desarrollar investigaciones tendientes a mejorar los sistemas tradicionales del agricultor.
- d. Desarrollar sistemas mejorados de cultivos, que optimicen el uso y a su vez tiendan a conservar los recursos naturales disponibles.
- e. Estudiar y desarrollar, mediante la investigación, los canales para la transferencia de tecnología.
- f. Fortalecer la capacitación del personal técnico nacional.

## 2. MARCO CONCEPTUAL DE LA INVESTIGACION.

Sistema de cultivo es el conjunto de actividades que se realizan en una finca para producir uno o más cultivos. Esto comprende todos los componentes requeridos para la producción y las interacciones de éstos entre sí y con el medio ambiente. En enfoque de la investigación en sistemas de cultivo, trata de determinar cómo pueden variarse los componentes de manejo del sistema o los sistemas en sí para obtener mayores beneficios en diferentes ambientes de producción. En este caso, el aumento de la producción anual de un sistema, se puede lograr a través de dos caminos, el uno aumentando la eficiencia del sistema actual y el otro con la introducción de un cultivo adicional dentro del año agrícola. (Zandstra, 1981).

La aceptación de este enfoque, se debe a la observación de que la adopción de nuevas tecnologías de producción por parte de los finqueros es muy limitada (Krantz, 1982). Esto se debe en gran parte a que los investigadores no tienen la habilidad de formular métodos de producción que compitan favorablemente con las prácticas usadas por los agricultores.

Para aumentar la producción anual de los sistemas de cultivo en dos áreas de Panamá, la investigación se enrumbó en dos vías. Primero

tratando de mejorar la producción del sistema arroz-sorgo, que es el sistema predominante en esas áreas y segundo investigando las posibilidades de adicionar el cultivo de maíz al sistema actual de arroz-descanso.

De acuerdo con el concepto establecido se han analizado los factores ambientales de la producción y estudiado la variabilidad de éstos en el área para definir sub-áreas potenciales en donde se pueda intensificar la producción. Se ha llevado a cabo la investigación en fincas de productores y se ha hecho análisis de las limitaciones sociales, económicas y biofísicas que han indicado los obstáculos que habría para introducir cambios. De esta manera ha habido un constante contacto con los finqueros, lo que los ha llevado a entender y aceptar la labor y los resultados prácticos de los investigadores. Además, este contacto ha producido una retroalimentación para los investigadores desde las primeras etapas de la experimentación, que ha hecho que la metodología de investigación sea muy sensitiva a las necesidades reales de los agricultores.

### 3. FASES DE SELECCION DE AREAS Y CARACTERIZACION DE AREA, FINCA Y SISTEMA CULTIVO.

La mecánica de investigación, se basó en el marco de referencia conceptual de investigación en sistemas de cultivo. Dentro de este marco, se desarrollan las siguientes acciones específicas:

#### 3.1. Selección de áreas.

No es posible disponer en un país de recursos para implementar programas de investigación a nivel nacional, de allí que se decidió concentrar esfuerzos para la búsqueda de conocimientos para propósitos inmediatos, en circunstancias bien definidas de áreas específicas, de tal manera que la

contribución de la investigación sea rápida y eficiente. Consecuentemente la selección se realizó considerando criterios que van desde lo eminentemente técnico a lo político y social. Resultando, definidas las áreas de Progreso en la provincia de Chiriquí y Guarumal en la de Veraguas.

### 3.2. Caracterización de áreas.

Seleccionadas las áreas, se inició la fase de descripción de sus características más generales, como las relativas a: su localización, superficie, condiciones ambientales, infraestructura; aspectos socioeconómicos como: población total, población económicamente activa, tenencia de la tierra, uso de la tierra, edad del agricultor, educación y permanencia en la finca y además, información sobre producción general relativa a: cultivos anuales, permanentes, potreros mejorados, naturales, bosques y tierra en descanso.

### 3.3. Caracterización de la finca.

En relación con la caracterización de las fincas se obtuvo información sobre: número de fincas, tamaño promedio, rubros de producción, ingresos provenientes de los mismos, mercadeo de productos, uso de insumos y maquinaria, mano de obra familiar, tenencia de implementos, crédito y asistencia técnica.

### 3.4. Caracterización de los sistemas de cultivo.

Los sistemas de producción a ser desarrollados por el Proyecto se caracterizaron por ser: específicos para el área en donde se desarrollan; contener diferentes alternativas en sus componentes para facilitar la decisión de uso por los pequeños y medianos agricultores; utilizar eficientemente los recursos disponibles en el área; elevar significativamente el

nivel de producción y de los ingresos netos provenientes del sistema alternativo en comparación con la práctica tradicional del área; definir el nivel tecnológico, y de uso de insumos acorde con la capacidad, grado de aceptación de la población rural de las áreas en que se desarrolle.

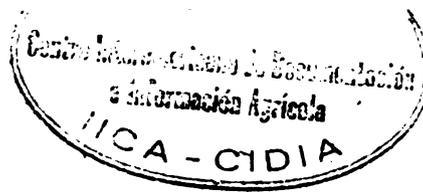
Se identificaron varios sistemas de cultivo, los más prevalentes, a base de granos básicos, fueron arroz-sorgo y arroz-descanso. Se definieron a los insectos y las malezas como los factores más limitantes de la productividad de arroz; a los insectos, malezas, pájaros y fertilidad de suelo en el caso del sorgo y para maíz (que como se mencionó anteriormente se consideró como un cultivo adicional con potencial, en el sistema arroz-descanso) los factores críticos fueron pájaros e insectos. Esta información provino de un estudio realizado en el área antes de la etapa de experimentación, el mismo que se basó en las percepciones de los agricultores (Cuéllar, *et. al.*, 1980).

Posteriormente, se consideró que se desconocía como éstos y otros factores estaban incidiendo en la producción de los cultivos. Por eso, se hizo un estudio complementario para conocer en detalle las prácticas culturales utilizadas por los agricultores sobre dosis, productos, época, forma y costo de aplicación de los agroquímicos y su relación entre sí y con los rendimientos obtenidos por ellos. Esta información sirvió de base para describir los sistemas de producción de los agricultores, sus problemas, variabilidad, bondad o ineficiencia, sus costos y beneficios.

#### 4. FASES DE INVESTIGACION EN FINCA.

##### 4.1. Diseño de la investigación.

Una vez cumplida la actividad fundamental de definir los sistemas más



importantes y hecha la descripción inicial de los mismos, se pasó a diseñar la investigación. Bajo la asunción de que el Proyecto disponía de tres años para generar tecnología tendiente a mejorar los sistemas de cultivo en estudio, la misma que debía adaptarse a las condiciones agro-económicas prevalentes en las áreas, hubo la necesidad de establecer una metodología de investigación a nivel de finca, que permita obtener resultados a corto plazo, pero de tal manera que la información obtenida sea confiable y que a la vez cumpla con los objetivos establecidos por el Proyecto.

La metodología fue desarrollada para el estudio de sistemas de cultivo que tenían el arroz de secano como cultivo base. Los dos sistemas estudiados fueron arroz-sorgo, que es el más importante y arroz-maíz, este último se pensó que podía substituir el sistema arroz-descanso. Se dio mayor prioridad, a aquellos componentes o factores de manejo, considerados como limitantes (malezas, fertilidad del suelo, insectos y variedades), dejando los otros factores como constantes.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, se elaboró un plan de trabajo general para los tres años que debía durar el proyecto (1980-1983). Al inicio de cada año se elaboró un plan detallado incorporando modificaciones al plan general para poder reaccionar al aumento del conocimiento de los sistemas, proporcionado por la investigación del año anterior. El resultado de este proceso se presenta en la Figura 1.

#### 4.2. Experimentación de campo.

##### 4.2.1 Experimentos exploratorios.

Los ensayos exploratorios intentaron analizar, en orden de importancia y en forma integral el impacto agro-económico de los componentes de

FIGURA 1

1979-1980.

SELECCION DE AREAS

DIAGNOSTICO ESTATICO DE LAS AREAS

CARACTERIZACION DE LAS AREAS  
CARACTERIZACION DE FINCAS Y SISTEMAS

IDENTIFICACION DE LOS FACTORES LIMITANTES EN LOS SISTEMAS  
DE PRODUCCION PREVALENTES.

1980

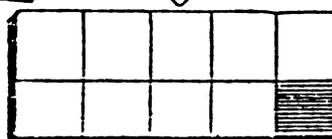
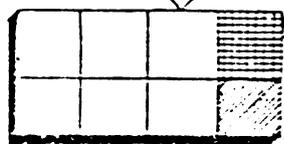
ENSAYOS  
PRELIMINARES

COMPROBACION DE LOS FACTORES  
LIMITANTES EN LOS SISTEMAS  
MAS IMPORTANTES.  
(ENSAYOS EXPLORATORIOS)

1981

ENSAYOS SATELITES  
NIVELES DE FACTORES

ENSAYOS CENTRALES  
FACTOR FALTANTE-ADICIONANTE



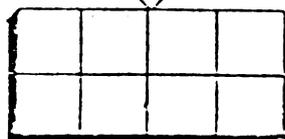
ESTUDIOS  
COMPLEMENTARIOS

TRATAMIENTOS PROMISORIOS

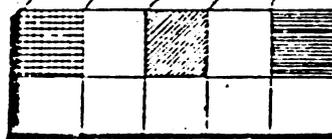
MEJOR SISTEMA

1982

INFORMACION



ENSAYOS SATELITES



ENSAYOS CENTRALES  
MEJORES ALTERNATIVAS

VALIDACION

TRATAMIENTOS PROMISORIOS

MEJOR SISTEMA

ESTUDIOS  
COMPLEMENTARIOS

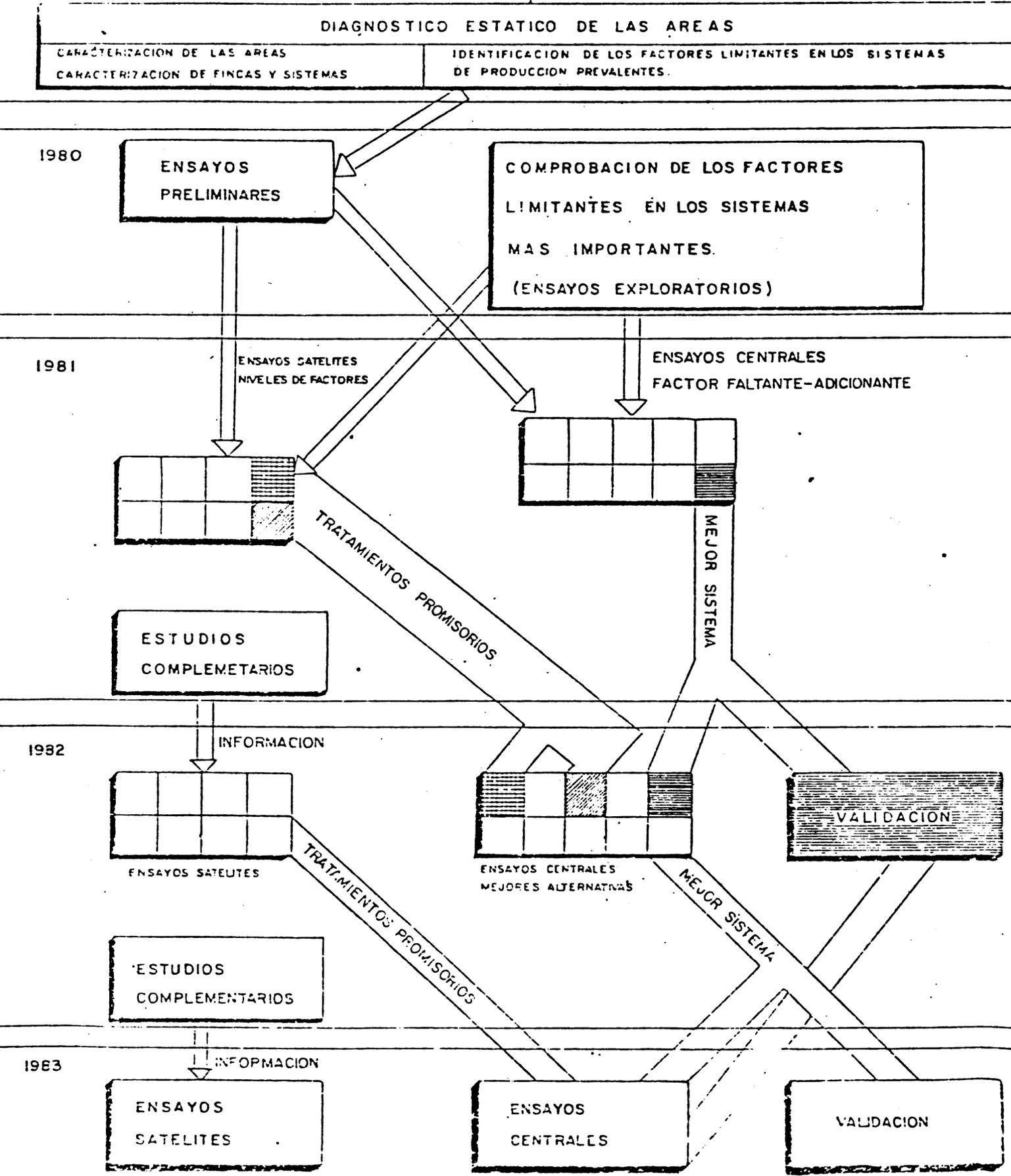
1983

INFORMACION

ENSAYOS  
SATELITES

ENSAYOS  
CENTRALES

VALIDACION



manejo, limitantes y de las interacciones más importantes entre ellos.

Al planificar la investigación, obviamente se incorporaron en estos ensayos los componentes tecnológicos seleccionados como prioritarios durante la caracterización de los sistemas y se incluyeron además algunos otros factores, considerados como importantes por los investigadores. Como resultado de esto, en arroz se estudiaron el combate de malezas e insectos, la fertilidad del suelo y la densidad de siembra. En maíz y sorgo se estudiaron también el combate de malezas e insectos, la fertilidad del suelo y variedades. No se incorporó el estudio sobre daño por pájaros (señalado en el diagnóstico), por la poca probabilidad de encontrar cambios tecnológicos que podrían influir favorablemente.

El diseño experimental adoptado para estos ensayos fue un factorial  $2^4$ , en los cuales se estudiaron dos niveles (ausencia y presencia) de los factores mencionados a excepción de las variedades y densidades de siembra.

En esta forma, no solamente se pudo conocer el efecto de esos factores limitantes en orden de su importancia y sus interacciones, sino también se comprobó la importancia de dichos factores, de conformidad como lo habían manifestado los agricultores.

#### 4.2.2 Experimentos de comparación de alternativas (experimentos centrales). Primer ciclo.

En el segundo año de investigación, una vez que se comprobó la importancia de los factores supuestamente limitantes a través de los experimentos exploratorios y se cuantificaron los efectos, se armó una alternativa preliminar a la práctica del agricultor. Esta alternativa fue confirmada por

los niveles biológicamente superiores de control de malezas, fertilización y combate de insectos de acuerdo con los resultados obtenidos en los experimentos exploratorios. A estos factores se añadió el factor variedad, el cual, en el caso de arroz adquirió importancia debido a que la variedad comercial, más comúnmente usada por los agricultores comenzaba a ser susceptible a Pyricularia sp. De aquí en adelante se estudiaron en los tres cultivos, arroz, sorgo y maíz, los componentes: control de malezas, fertilización, control de insectos y variedad.

El diseño de tratamientos para el experimento central en 1981, consistió en agregar factores a la práctica del agricultor (factor adicional) y en eliminar factores de la alternativa preliminar (factor faltante). Se supone que este tipo de experimento debe ser replicado a fin de cubrir la variación entre sitios (medioambientes) y que los tratamientos (factores de manejo) deben ser los mismos. Para este fin, la práctica del agricultor es un nivel promedio de las prácticas del área y la alternativa preliminar es estándar a través de los sitios. Los resultados esperados de estos ensayos fueron:

- a) Poder cuantificar la sensibilidad de la práctica del agricultor a la adición de un componente mejorado (el mejoramiento de un componente aislado de manejo del cultivo).
- b) Poder cuantificar la sensibilidad de la alternativa al quitarle un componente mejorado (adopción incompleta de la alternativa).
- c) Poder entender la variabilidad de la respuesta de los tratamientos a través de los sitios.

Con la información así obtenida fue permisible estructurar una nueva alternativa más ajustada en los niveles de componentes que la anterior.

#### 4.2.3 Experimentos en componentes. (Experimentos Satélites).

Para la experimentación en componentes se procesó una serie de experimentos llamados satélites, que consistieron en colocar en varios lugares dentro de la misma área, experimentos con varios niveles de un factor manteniendo los demás factores en un nivel adecuado. Estos experimentos permiten hacer una evaluación económica de los niveles que se estudian, para llegar a la recomendación de ese factor. En estos experimentos hay siempre dos tratamientos estándar (Figura 2), el uno corresponde a la alternativa del agricultor y el otro a la alternativa mejorada, estos tratamientos también están presentes en los experimentos de comparación de alternativas.

La existencia de tratamientos similares en los dos tipos de experimentos, es muy importante, por cuanto posibilita la observación y catalogación de la alternativa modificada y de la práctica del agricultor en todos los experimentos satélites y centrales.

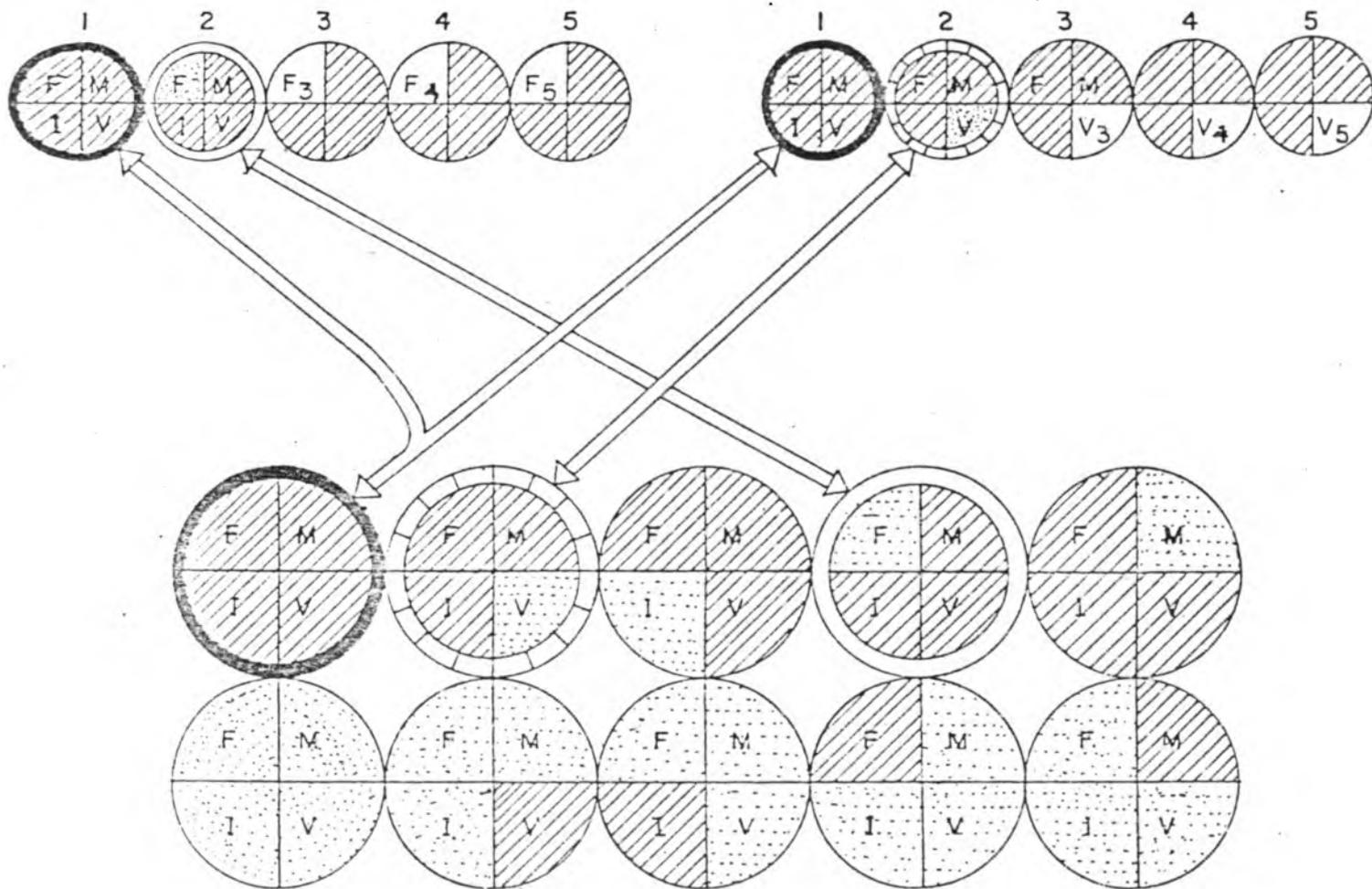
Estos experimentos se llaman satélites, por cuanto proporcionan información en forma aislada de cada uno de los componentes hacia el experimento central para su funcionamiento en éstos en forma integrada.

Los tratamientos de estos experimentos fueron variando en el tiempo, de acuerdo al conocimiento alcanzado en cada ciclo de experimentación, pues, se modificaron parte de los productos utilizados (mezclas de productos especialmente en herbicidas), también las dosis y épocas de aplicación de fertilizantes a fin de generar la información requerida sobre estos aspectos, de tal manera que se hicieron ajustes paulatinos de los mejores tratamientos para incluirlos cada vez en los nuevos experimentos centrales.

### EXPERIMENTOS DE COMPONENTES

NIVELES DE FERTILIZACION

EVALUACION DE VARIEDADES



EXPERIMENTO CENTRAL



= NIVEL DEL AGRICULTOR



= NIVEL MEJORADO

F = NIVEL DE FERTILIZACION

M = PRACTICA DE CONTROL DE MALEZAS

V = VARIEDAD

I = PRACTICA DE CONTROL DE INSECTOS

#### 4.2.4 Experimentos de comparación de alternativas (centrales). Segundo ciclo.

En 1982, se modificó el diseño de tratamientos de los experimentos centrales, se pensó inicialmente utilizar un diseño factorial incompleto aumentado, el cual constaba de tres tratamientos comunes a saber: la práctica del agricultor, la alternativa generada para 1981 y la alternativa generada para 1982, además de otros tratamientos variables de acuerdo a las características de cada sitio.

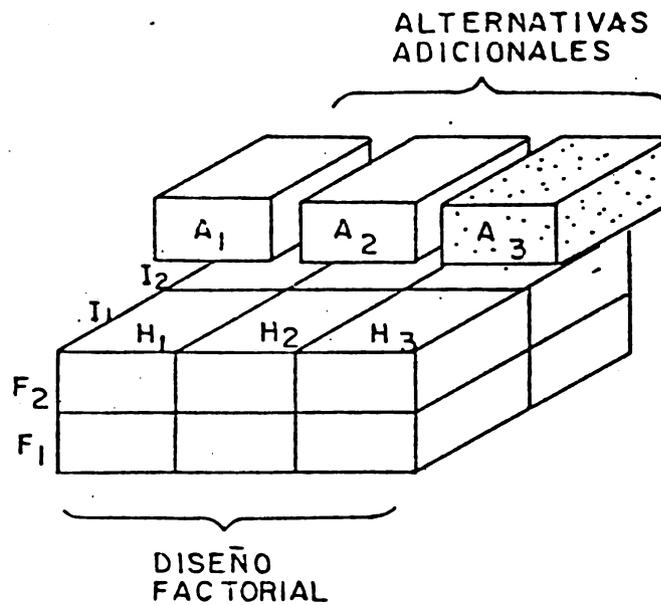
Finalmente, se tomó la decisión de utilizar un diseño factorial formado de los dos mejores niveles de fertilización obtenidos en los experimentos satélites (dados por los dos tipos de suelo predominantes en el área), de los tres mejores tratamientos de herbicidas (dados los diferentes tipos de malezas) y de los dos mejores tratamientos de control de plagas (dadas las diferentes clases de insectos). Esto dio como resultado un factorial  $2 \times 3 \times 2$ , a éste se añadieron los tres tratamientos comunes antes mencionados. (Figura 3).

En esta forma se pretendió cubrir las variaciones debidas a sitios para cada factor y además definir las interacciones que podían presentarse. El factor variedad, no entró en estos experimentos como variable, porque a esta altura ya se había definido claramente la variedad que sustituiría a la del agricultor en la alternativa mejorada.

#### 4.3. Elaboración de la alternativa de producción.

Con la información alcanzada en el tercer año de investigación, se llegó a obtener una alternativa mejorada con todos los factores limitantes debidamente ajustados. La misma que siendo económicamente favorable, de

## ENSAYOS DE COMPARACION DE ALTERNATIVAS



H = 3 PRACTICAS DE CONTROL DE MALEZAS

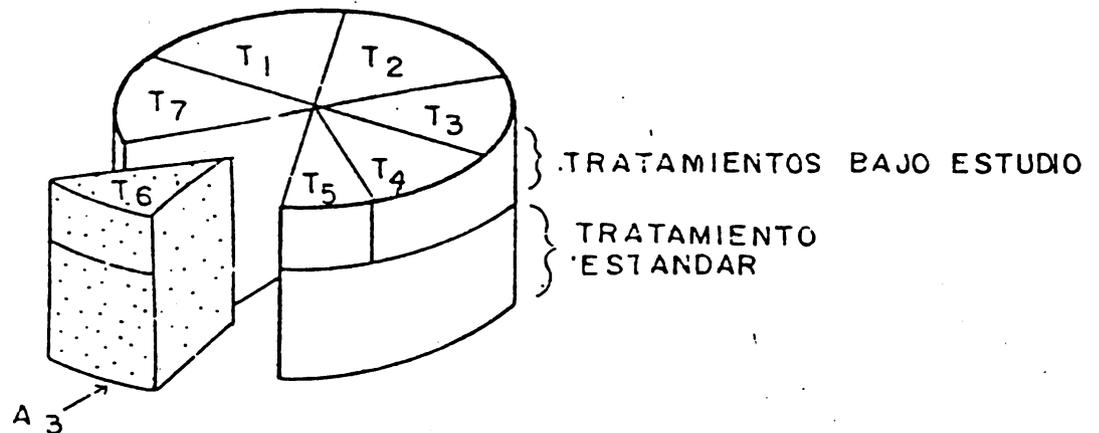
F = 2 PRACTICAS DE FERTILIZACION

I = 2 PRACTICAS DE CONTROL DE INSECTOS

A<sub>1</sub> = SISTEMA DEL AGRICULTOR

A<sub>2</sub> = PRIMERA APROXIMACION DE LA ALTERNATIVA (1981)

A<sub>3</sub> = SEGUNDA APROXIMACION DE LA ALTERNATIVA (1982)



## ENSAYOS EN COMPONENTES

FIGURA 3. LA ESTRUCTURA DE LA EXPERIMENTACION EN CAMPO EN 1982 EN PROGRESO, PANAMA

acuerdo a los análisis económicos efectuados, pasó a la fase de Validación frente a la práctica del agricultor, en parcelas semicomerciales y en un número tal, que cubra las variabilidades ambientales de las áreas.

##### 5. BIBLIOGRAFIA.

CUELLAR, M., SARMIENTO, M, BEJARANO, W. y otros. Diagnóstico de Pequeñas y Medianas Explotaciones Agropecuarias en tres áreas de Panamá. IDIAP. Panamá. 1980.

KRANTZ, B. A. Farming Systems Research in ICRISANT. In Reading in Farming Systems Research and Development. Ed. Shaner, W. W. and others. Westview Press. Boulder. Colorado. U. S. A. 1982.

ZANDSTRA, E. C., PRICE, J. A., LISTSINGER, and MORRIS, R. A. A methodology for on farm Cropping Systems Research. The International Rice Research Institute. Los Baños. Philippines. 1981.