

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA
SUBGERENCIA DE FOMENTO Y SERVICIOS

DIVISION DE DESARROLLO CAMPESINO
SECCION DE SISTEMAS DE PRODUCCION

6 4 1986

MANUAL METODOLÓGICO DEL
PROCESO DE AJUSTE DE TECNOLOGIA AGRICOLA
(INVESTIGACION ADAPTATIVA EN FINCAS DE AGRICULTORES)

Carlos Pantoja L.
Manuel Villota M.
Dario Santacoloma O.

Tibaitatá, diciembre de 1985

PROLOGO

La experiencia ha demostrado a través de los años que, no toda la investigación procedente de los Centros Experimentales puede pasar directamente al productor, aún, aquella que tiene poca variabilidad entre sitios debe ser ajustada o evaluada antes de ser transferida a los productores. Es decir, la mayoría de los resultados sirven como marco de referencia para investigación directamente en fincas de agricultores, en las cuales se presentan condiciones diferentes respecto a climas, suelos y manejo.

Este último criterio, el manejo, se ha considerado como uno de los más importantes, ya que además de relacionarse con los factores de clima y suelos tiene que ver directamente con las condiciones socioeconómicas del productor y lo más importante con el sistema de producción de la unidad familiar.

Sólo tomando la unidad campesina, como el eje sobre el cual se generan los ingresos de los pequeños productores, conociendo el desarrollo de sus sistemas de producción, detectando la problemática tecnológica, conociendo las limitaciones de capital, del nivel educacional y sus actitudes frente al riesgo, sólo así, se podrán ofrecer alternativas para solucionar sus problemas tecnológicos.

Aunque estas consideraciones son válidas para cualquier tipo de productor, son más relevantes cuando se habla de pequeños productores, el cual casi siempre tiene condiciones diferentes a los Centros Experimentales.

La razón anterior fue la determinante para definir desde 1974, metodologías que contemplan las necesidades e inquietudes planteadas respecto a Ajuste y Transferencia de Tecnología.

El propósito de este manual, es presentar la metodología sobre Ajuste de Tecnología estructurada por la Subgerencia de Fomento y Servicios del Instituto, aprovechando las experiencias obtenidas a través del tiempo por la anterior Subgerencia de Desarrollo Rural.

Además de solucionar una problemática tecnológica, la metodología descrita, permite:

- Determinar las funciones de producción de cada uno de los sistemas, en los Conjuntos Productivos identificados en las áreas de minifundio.*

- *Servir de base para estructurar las funciones integrales de producción de la unidad campesina.*
- *Adquirir y estructurar elementos de juicio para iniciar a nivel nacional una política de zonificación de las áreas de producción, lo cual puede ser aprovechado para planificar a corto, mediano y largo plazo volúmenes de producción y tendencias por sistemas.*

El ICA, desea que este manual sea una guía para todos los estamentos del Sector Agropecuario dedicados a detectar y solucionar problemas tecnológicos bajo el enfoque de sistemas de producción.

RUBY LONDOÑO URIBE
Subgerente de Fomento y Servicios (E)

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCION	
II. ANTECEDENTES	4
III. MARCO CONCEPTUAL	7
1. IMPORTANCIA	7
2. CONCEPTUALIZACION	7
3. PROBLEMATICA DE ADOPCION TECNOLOGICA EN AREAS DE MINIFUNDIO	8
4. EL SISTEMA DE PRODUCCION DEL AGRICULTOR DE MINIFUNDIO COMO PUNTO DE PARTIDA PARA UN PROGRAMA DE AJUSTE DE TECNOLOGIA	9
5. SELECCION DE CRITERIOS PARA FORMULACION DE PLANES DE AJUSTE DE TECNOLOGIA	10
6. DEFINICION DE CONCEPTOS	15
6.1 Conjunto Productivo	16
6.2 Factor Productivo	16
6.2.1 Altura sobre el nivel del mar (a.s.n.m.)	17
6.2.2 Pendiente	19

	Página
6.2.3 Profundidad del suelo	20
6.2.4 Color del suelo	21
6.2.5 Precipitación	21
6.2.6 Textura	22
6.3 Sistema de Producción Agrícola	22
6.3.1 Cultivo solo (o)	23
6.3.2 Asocio (x)	23
6.3.3 Relevo (==)	23
6.3.4 Intercalado	24
6.3.5 Múltiples	24
IV. ETAPAS DEL AJUSTE TECNOLÓGICO	26
1. DIAGNOSTICO	26
1.1 Identificación de Sistemas de Producción (I.S.P.)	27
1.2 Priorización de Sistemas	29
1.3 Tecnología Local de Producción (T.L.P.)	29
1.3.1 Uso e Interpretación de los Formatos para la Identificación de Tecnología Local de Produc- ción Agrícola	31
1.3.2 Uso e Interpretación de los Formularios para Tabulación de Datos de Tecnología Local de Producción Agrícola	48

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA
111

	Página
1.3.3 Definición del Tamaño de la Muestra y Técnica de Muestreo para la Identificación de la Tecnología Local de Producción Agropecuaria	64
1.1. Fórmula utilizada para el Cálculo del Tamaño de la Muestra	69
1.4 Autodiagnóstico o Diagnóstico Participativo	73
1.5 Recomendación Tecnológica	74
1.6 Ajuste Tecnológico o Investigación Adaptiva en Fincas	75
1.7 Fases del Proceso de Ajuste Tecnológico	76
1.7.1 Fase 0 (o etapa de exploración)	77
1.7.2 Fase 1 (cercana a investigación en Centros)	77
1.7.3 Fase 2 (cercana al productor)	78
2. PROGRAMACION	81
2.1 Definición de Problemas Específicos	81
2.1.1 Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos	81
2.1.2 Manejo de suelos y aguas	82
2.1.3 Manejo de cultivos	82
2.1.4 Control Fitosanitario	83
2.1.5 Evaluación del comportamiento de Materiales Genéticos dentro de los Sistemas Locales de Producción	83

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

	Página
2.2 Diagnóstico y Selección de Factores Modificables e Inmodificables	84
2.3 Selección de Espacios de Exploración	88
2.4 Procedimiento Estadístico	89
2.4.1 Funciones de producción	89
2.4.2 Modelos Matemáticos	90
2.5 Definición de Algunos Términos Utilizados en Estadística	92
2.5.1 Unidad experimental	93
2.5.2 Variable	93
2.5.3 Ensayo o experimento	93
2.5.4 Tratamiento - Entradas	93
2.5.5 Factor	94
2.5.6 Niveles	94
2.5.7 Espacios de exploración	94
2.5.8 Diseño de tratamientos o matriz experimental	94
2.5.9 Diseño experimental	94
2.6 Diseño de Tratamientos o Matrices Experimentales	95
2.6.1 Diseños factoriales completos	96
2.6.2 Diseños factoriales incompletos para dos variables	97
.1. Método de Bacón	97
.2. Diseño de Box	97

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

	Página
.3. Diseño de Box modificado por Myers	98
.4. Diseño San Cristóbal	98
.5. Matriz del cuadrado doble (14 tratamientos)	98
2.6.3 Cuadrado doble modificado por Escobar	99
2.6.4 Matriz del cuadrado triple	99
2.6.5 Cuadrados con prolongaciones (Matrices Plan Puebla: I - II - III)	99
.1. Matriz Cúbica de Box y Wilson	100
.2. Cubo Doble	101
.3. Cubo Triple	101
.4. Cubos Aristados	101
.5. Matrices Plan Puebla	101
2.6.7 Algunas recomendaciones sobre el uso de matrices	102
2.7 Diseños Experimentales	104
2.7.1 Bloques completamente al azar	104
.1. Características	104
.2. Ventajas	105
.3. Desventajas	105
2.7.2 Parcelas divididas	106
2.8 Elaboración del Plan Distrital de Ajuste	107
2.9 Elaboración de Proyectos Específicos	108

	Página
3. EJECUCION	109
3.1 Preparación de Materiales	110
3.2 Criterios Generales para la Selección de Sitios Experimentales y Agricultores Colaboradores	110
3.3 Establecimiento y Manejo de Ensayos	112
3.4 Toma de Información en Ensayos de Ajuste de Tecnología	114
3.4.1 Información de tipo general	115
3.4.2 Información específica en algunos cultivos	126
.1. Frijol - Arveja	126
.2. Cebada - Trigo	127
.3. Papa	130
.4. Pastos	131
.5. Maíz	133
.6. Hortalizas	134
.7. Yuca - Arracacha y ñame	135
.8. Plátano	136
.9. Caña de Panela	137
3.4.3 Toma de datos en la cosecha	137
3.4.4 Corrección y tabulación de datos	140
3.4.5 Interpretación preliminar de datos a nivel de oficina	142
.1. Análisis de Promedios	143

	Página
.2. Análisis de Gráficos	150
.3. Análisis de Porcentajes	157
3.5 Análisis Estadístico	160
3.5.1 Análisis de varianza (bloques al azar)	160
3.5.2 Diferencia mínima significativa	163
3.5.3 Prueba de Duncan	164
3.5.4 Regresión	165
3.5.5 Correlación	166
4. EVALUACION	167
4.1 Métodos de Evaluación Económica	167
4.1.1 Método discreto	169
4.1.2 Método continuo	169
4.2 Evaluación Agroeconómica de la Recomendación	170
4.3 Retroalimentación	171
4.4 Divulgación de las Recomendaciones	172
V. BIBLIOGRAFIA	173

ANEXO 1 :

- Representación esquemática de algunas matrices experimentales para dos factores.
- Representación esquemática de algunas matrices experimentales para tres factores
- Método de bacon (o de un factor a la vez).
- Factorial 2^x tipo si - no lista de tratamientos
- Diseños menos uno y mas uno mas uno tratamientos.
- Diseños menos uno y mas uno menos uno tratamientos

ANEXO 2 :

- Esquema para la elaboración de un proyecto específico

ANEXO 3 :

- Guía para la toma de datos en ensayos de ajuste tecnológico

ANEXO 4 :

- Algunos factores de corrección para calculo de rendimiento final

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Preparación del suelo	34
Tabla 2. Siembra. Costo por Jornal	35
Tabla 3. Fertilización y uso de correctivo	37
Tabla 4. Control Malezas	38
Tabla 5. Enfermedades y Plagas presentes	40
Tabla 6. Cosecha. Beneficio y Mercadeo	42
Tabla 7. Otras Labores	44
Tabla 8. Incidencia de algunos factores de riesgo	46
Tabla 9. Semillero	47
Tabla 10. Preparación del suelo	52
Tabla 11. Uso de Insumos	54
Códigos para Uso de Insumos	55
Tabla 12. Problemas Fitosanitarios y Disturbios Agro- nómicos	57
Tabla 13. Uso de la mano de obra	58
Tabla 14. Prácticas Culturales	60

	Página
Tabla 15. Cosecha, Beneficio y Mercadeo	62
Tabla 16. Incidencia de algunos Factores de Riesgo	63
Tabla 17. Semilleros (Problemas Fitosanitarios y Labores)	65
Tabla 18. Semilleros (Uso de Insumos)	66
Códigos para Uso de Insumos	67
Tabla 19. Fechas de Labores	117
Tabla 20. Calendario para toma de observaciones	118
Tabla 21. Información resumen del ensayo	119
Tabla 22. Datos de cosecha en maíz	139
Tabla 23. Presentación de resultados	141
Tabla 24. Rendimiento promedio de frijol en tres fincas	145
Tabla 25. Interpretación preliminar de resultados	145
Tabla 26. Respuesta del frijol a la fertilización con N - P - K. (Datos corregidos)	148
Tabla 27. Interpretación preliminar de resultados. (Efectos principales)	148
Tabla 28. Respuesta del maíz a la fertilización nitrogenada, fosfórica y a la densidad de población,	

	Página
con la Matriz Plan Puebla I	154
Tabla 29. Evaluación de materiales de maíz	159
Tabla 30. Presentación de los resultados de análisis de varianza	161

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Esquema del Proceso de Ajuste Tecnológico	80
Figura 2. Esquematzación de la ubicación de un ensayo de Ajuste de Tecnología	122
Figura 3. Representación gráfica de los efectos principales de Nitrógeno y Fósforo	151
Figura 4. Representación gráfica de los efectos combinados de N y P para el sitio 1	152
Figura 5. Interpretación gráfica de resultados provenientes de un ensayo de maíz utilizando la Matriz Plan Puebla I para tres factores	156
Figura 6. Ejemplos de posibles respuestas en rendimiento a la aplicación de fertilizantes. Las figuras 1-2-3 no presentan interacción. 4-5-6 presentan interacción positiva. 7-8-9 presentan interacción negativa	158

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

PROCESO DEL AJUSTE TECNOLÓGICO
AGRICOLA 1/

Carlos Pantoja L. *
Manuel Villota M. **
Darío Santacoloma O. **

I. INTRODUCCION

El proceso de Ajuste Tecnológico fue aceptado por la anterior Subgerencia de Desarrollo Rural, hoy de Fomento y Servicios, como una de las principales actividades del ICA, en áreas de Agricultura de subsistencia.

Para cumplir con este propósito se han hecho grandes esfuerzos a nivel Nacional, Regional y Distrital en la aplicación de la metodología, pero no se ha podido ampliar al nivel deseado el conocimiento de la misma, debido a la falta de un documento que describa la metodología en todas las fases que el proceso requiere.

Aunque existen documentos sobre algunas actividades específicas de Ajuste de Tecnología, no existe un documento que abarque íntegramente y en forma secuencial el proceso.

1/ Contribución de la Sección de Sistemas de Producción.

* Ingeniero Agrónomo, M. Sc. Coordinador de Ajuste de Tecnología. Distrito de Pasto.

** Ingeniero Agrónomo, M. Sc., Ph. D. Jefe Sección Sistemas de Producción e Ingeniero Agrónomo. Sección Sistemas de Producción, respectivamente. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Apartado Aéreo 151123, Tibaitatá.

El propósito general de este trabajo es presentar la guía metodológica que la División de Desarrollo Campesino tiene oficialmente para Ajuste de Tecnología, con el fin de unificar criterios de trabajo en las diferentes áreas de influencia que opera en el cumplimiento de política del Instituto y del Gobierno para la búsqueda de soluciones al sector de minifundio.

Objetivos Específicos

Servir de herramienta al técnico de Ajuste para:

- Obtener recomendaciones agroeconómicas para las áreas y agricultores de minifundio.
- Usar posibles diseños de tratamientos y análisis estadístico de acuerdo a la etapa del proceso.
- Tener pautas de interpretación y análisis de resultados en primera instancia mediante métodos gráficos y de promedios.
- Interpretar estadística y económicamente los resultados.
- Estructurar fórmulas de producción inicialmente por especies y/o por arreglos, y posteriormente para la unidad de producción familiar con el objeto de que sean utilizados en transferencia de tecnología.
- Retroalimentar tanto a los centros experimentales como al mismo proceso de Ajuste de Tecnología.

Si es cierto que en la actualidad se viene realizando un proceso de Ajuste Tecnológico a nivel de las oficinas Distritales donde se desarro-

llan actividades del Programa DRI, se aspira con el nuevo enfoque dado a la Sección de Sistemas de Producción de la División de Desarrollo Campesino, plantear toda una estrategia a desarrollar en el proceso de investigación en fincas de pequeños productores, para que sea aplicado en todas las zonas de influencia donde la Subgerencia de Fomento y Servicios realiza sus acciones.

II. ANTECEDENTES

La labor de Ajuste de Tecnología o Investigación en Fincas de agricultores se gestó con los antiguos Proyectos de Desarrollo Rural (1970), labor que aunque no completamente institucionalizada, la llevaban a cabo técnicos de Desarrollo encargados, primero de la Unidad de Suelos y Fertilizantes, luego Unidad de Producción y finalmente Unidad de Investigación. Esta primera orientación obedeció al hecho de que con el esquema anterior de extensión el grado de adopción de tecnología obtenido por los pequeños productores era insignificante, ya que en la mayoría de los casos las recomendaciones tecnológicas que se llevaban eran irrealizables a las condiciones locales de producción, puesto que eran únicamente de tipo biofísico y correspondían a una trasposición directa de los resultados en los Centros Experimentales a los productores.

En el lapso de 1970-1974 la antigua Subgerencia de Desarrollo Rural y teniendo en cuenta que el esquema trazado para desarrollo tenía perspectivas de éxito, capacitó a su personal no sólo en actividades de Ajuste de Tecnología o Investigación en Fincas, sino también en el área social, comunicaciones y evaluación.

Es así como en 1974 el Proyecto de Desarrollo Rural de Cárquez produce un documento sobre "Filosofía de la Producción Agrícola del Pequeño Productor", en 1985 se produce el primer documento metodológico denominado "Consideraciones Generales sobre la Metodología de Trabajo en Proyec-

tos de Desarrollo Rural", el cual recopila la metodología aplicada inicialmente en cuatro Proyectos de Desarrollo Rural: Cáqueza, Oriente Antioqueño, Pasto y García Rovira. Este documento, fue elaborado por el grupo de apoyo de la División de Proyectos de Desarrollo Rural constituido por especialistas en productividad agrícola y pecuaria, economía, estadística y divulgación.

Desde esa época se dieron las primeras definiciones sobre conjunto productivo, Sistemas de Producción y se dieron además, las primeras pautas sobre exploración y Ajuste de Tecnologías Agropecuarias en Proyectos de Desarrollo Rural. Esta metodología luego se amplió a 12 proyectos, posteriormente a 20 (total de cobertura del Instituto a nivel nacional).

Esta metodología sirvió de base para afrontar el compromiso del ICA y de la Subgerencia de Desarrollo en el manejo del componente de Desarrollo Tecnológico dentro del Programa de Desarrollo Rural Integrado (DRI), el cual se inició en algunos Distritos en 1975 y en la mayoría en 1976, orientado básicamente a mejorar las condiciones de producción y sociales a los pequeños productores del área rural minifundista.

Con el Programa DRI, se crearon los Distritos de Transferencia de Tecnología y desde entonces se oficializó el Ajuste Tecnológico como uno de los enfoques más importantes dentro del proceso de generación y transferencia de tecnología en áreas de pequeños productores. Para desarrollar esta labor el ICA asignó a cada Distrito un técnico que trabajaría

como Coordinador de Ajuste de Tecnología.

No todo el personal técnico estaba capacitado para la aplicación de esta metodología; fue necesario preparar cursos de Capacitación intensivos en Ajuste de Tecnología a nivel técnico conceptual y práctico. La mayoría de ellos se dictaron en Cádiz, Ríonegro, Málaga; a partir de los cuales la metodología se ha venido refinando, mediante un proceso continuo de aplicación y observación de comportamiento directamente en las fincas de los pequeños productores ubicadas en las distintas áreas de influencia de los Distritos.

Este documento presenta en forma ordenada los elementos necesarios y la metodología que todo técnico de Ajuste de Tecnología debe seguir en el proceso de generación de recomendaciones técnicas como resultado de investigación en fincas de pequeños productores.

III. MARCO CONCEPTUAL

1. IMPORTANCIA

En Colombia, como todos los países en vía de desarrollo, se presentan dos tipos de agricultura: la comercial y la tradicional o de subsistencia. En esta última se encuentran alrededor de 1.500.000 familias, las cuales ocupan el 15% del área dedicada a actividades agropecuarias y producen el 60% de los alimentos de consumo directo para el país.

Aunque no en todos los casos, la que más se parece a las condiciones de manejo de los Centros Experimentales es la agricultura comercial y muy poco las condiciones propias de los pequeños productores.

2. CONCEPTUALIZACION

Hoy en día está generalmente reconocido que el diseño e interpretación de la investigación en producción para áreas de minifundio, deben ser distintos de los métodos de investigación comúnmente utilizados en Centros Experimentales. Las diferencias se fundamentan en la necesidad de obtener un mayor ajuste de la investigación a la situación real del pequeño productor mediante la consideración de tres requisitos fundamentales:

- a. La necesidad de realizar investigación sobre prácticas o materiales mejorados dentro de la región para la cual su aplicación está in-

cierta.

- b. La necesidad de considerar varios niveles de inversión, con el fin de estructurar recomendaciones que se ajusten a la capacidad financiera del agricultor y su predisposición a la aceptación de riesgo.
- c. La necesidad de introducir nuevas prácticas, métodos o materiales, tomando como punto de partida los métodos de producción existentes, con el fin de evitar la recomendación de métodos de producción completamente nuevos en una comunidad extremadamente susceptible al riesgo.

3. PROBLEMATICA DE ADOPCION TECNOLOGICA EN AREAS DE MINIFUNDIO

Generalmente, se aduce que la falta de adopción de tecnología por parte de los pequeños productores, se debe a un sin número de motivos y usualmente, no se menciona el hecho de que la tecnología generada para los pequeños productores no es la adecuada, porque no se consideran los aspectos más relevantes en los que ellos se desenvuelven como son: clima, suelo y manejo entre otros, muy variables de un sitio a otro e influenciados además, por condiciones de bajo capital y riesgos de pérdida por aspectos de factores climáticos adversos, condiciones de mercadeo y limitaciones de índole económica, cultural e institucional.

También, hoy se reconoce que la tecnología generada en los Centros Experimentales, solamente en forma parcial, puede pasar directamente al agricultor de minifundio y será aquella que ofrece poca variación entre el

Centro y el área de influencia, pero la mayor parte debe adecuarse a las condiciones del agricultor. Esto es lo que se ha llamado Ajuste Tecnológico, investigación en fincas y en otros casos investigación adaptativa.

4. EL SISTEMA DE PRODUCCION DEL AGRICULTOR DE MINIFUNDIO COMO PUNTO DE PARTIDA PARA UN PROGRAMA DE AJUSTE DE TECNOLOGIA

Aún más, se reconoce que el pequeño productor sabe asignar sus recursos y factores de producción en forma eficiente dentro de las limitaciones estructurales y ecológicas en que se desenvuelven, lo cual se demuestra por la misma supervivencia y a partir de productos de consumo directo para la población urbana a través de los años. Consecuentemente se acepta que es factible mejorar esta situación siempre y cuando se parta del patrón del cultivo y/o arreglo de explotación que ellos posean, es decir, de su tecnología local y que se efectúen las adecuaciones necesarias de la tecnología procedente de los Centros Experimentales. Esta situación ha sido también aceptada por los muchos países del mundo en los cuales se intenta el desarrollo de la agricultura tradicional, la cual de igual manera a la nuestra, representa un porcentaje alto respecto a la producción total de alimentos.

La aceptación de este criterio, conlleva a determinar a que cualquier plan de investigación para realizar en fincas de agricultores debe tener como requisitos previos: el conocimiento de la tecnología local de

producción, de las características de suelos y clima, del tamaño y de la tenencia y uso de la tierra, de la disponibilidad de mano de obra familiar y/o contratada, de los recursos de capital disponible propio o de crédito, de la capacidad de oferta y consumo por parte de la unidad familiar, del riesgo que conlleva un cambio, de la infraestructura vial y de mercadeo, de la disponibilidad y distribución de insumos y de las expectativas de producción esperadas por el productor.

Bajo estas premisas es necesario resaltar los procesos que se han llevado a cabo hasta el presente para dar respuesta oportuna y satisfactoria a la problemática tecnológica de las áreas de minifundio.

5. SELECCION DE CRITERIOS PARA FORMULACION DE PLANES DE AJUSTE DE TECNOLOGIA

Jamvry (1972) divide las innovaciones tecnológicas para agricultores de subsistencia en 4 categorías, las cuales se deben tener muy en cuenta en la formulación de nuevos planes para generar y ajustar nuevas tecnologías así:

- a. Mecánicas: como tractores, arados, sembradoras, aspersoras, cosechadoras, etc. Estos elementos deben adaptarse a los requerimientos de las condiciones de la unidad familiar y de las condiciones culturales y socioeconómicas de los pequeños productores.
- b. Biológicas: como semillas híbridas y mejoradas, nuevas razas de ganado y control biológico de insectos.

- c. Químicas: como fertilizantes correctivos del suelo, insecticidas, fungicidas y herbicidas.
- d. Agroquímicos: como las prácticas de manejo y conservación de suelos y aguas, prácticas culturales del cultivo y los sistemas de rotación de los cultivos.

Volke señala que para acertar en la solución de las necesidades y objetivos de los productores de áreas de minifundio con respecto a las necesidades de nuevas tecnologías, es necesario basarse fundamentalmente en los objetivos básicos del pequeño productor en su actividad agrícola y económica de su unidad familiar. Es necesario tener en cuenta los años críticos o desfavorables de su unidad de explotación en cuanto que, la nueva tecnología no debe incrementar el riesgo de pérdidas en comparación con su Tecnología Local de Producción, además de que debe asegurar la alimentación familiar.

Teniendo en cuenta esta serie de consideraciones, Volke dice que la tecnología adecuada para los agricultores de zonas de minifundio, debe reunir los siguientes requisitos, los cuales son válidos para los propósitos del Programa de Ajuste de Tecnología de la Sección de Sistemas de Producción de la División de Desarrollo Campesino de la Subgerencia de Fomento y Servicios:

- La nueva tecnología no debe ser intensiva en recursos de capital y mano de obra cuando se presenta una limitación de ellos, como es el caso de Colombia, al menos en capital, aunque se demande gradualmen-

te de ellos.

- Si la nueva tecnología pretende aumentar la intensidad y eficiencia en el trabajo, se deberán crear prototipos ligeros, los cuales deben estar al alcance económico y de las habilidades de los pequeños productores.
- Al elaborar proyectos para generar nuevas tecnologías para zonas de minifundio, se deben tener muy en cuenta las condiciones ecológicas, sociales y culturales, así como las necesidades tecnológicas y objetivos de los productores en lo que se refiere a su actividad agrícola y económica.
- La nueva tecnología debe partir de la tecnología local de producción en cuanto a los sistemas de cultivos y sus prácticas, tratando de mejorarlas, sin pretender por cambios mayores mientras no se demuestre una suficiente justificación socioeconómica.
- La nueva tecnología deberá basarse en la optimización del recurso más escaso de los productores, siendo éste en el común de los casos el capital.
- La nueva tecnología debe tener muy en cuenta la disponibilidad real de los insumos requeridos, así como de la oportunidad en su consecución.
- La nueva tecnología debe, además, reunir éstas otras características:
 - . Debe ser muy sencilla
 - . Debe ser fácil de entender
 - . Debe ser de fácil aplicación
 - . Debe de ser de fácil manejo por las instituciones y entidades

que deben hacer transferencia de tecnología a los pequeños productores.

Finalmente, es conveniente anotar que esta labor no es fácil, debido a que es un tipo de agricultura en el cual intervienen gran cantidad de factores inmodificables y modificables no sólo de tipo biofísico, sino también humano, socioeconómico e institucional. Lo que sí se debe tener muy en claro es que cualquier actividad que se haga orientada bajo este marco conceptual, tiene que ser benéfica si el objetivo que se persigue es el de que la nueva tecnología sea aceptada por los productores. Para ello el técnico debe esforzarse por mantener una actitud analítica en su permanente intercambio con el pequeño productor, pues éste a menudo no expresa en nuestros términos los aspectos que le impiden aprovechar la nueva tecnología, o no describe la causa de las limitaciones a pesar de que identifica perfectamente el problema. Solamente conociendo a fondo cuál es la razón real, puede el técnico de ajuste en un Distrito formular un plan que llegue a solucionar los problemas del subsector de pequeños agricultores.

Sin embargo, en nuestro medio se viene observando con mucho interés las posibles causas por las cuales los agricultores de áreas de minifundio se muestran reticentes a adoptar las nuevas tecnologías, aunque en los estudios de adopción poco se hable de la tecnología nueva en el sentido de qué tan apropiada es para las condiciones en que se desarrolla ésta. En este sentido, se habla de tecnología adecuada partiendo del hecho de

que proporcione mayores rendimientos e ingresos que la tecnología local de producción, desconociendo de plano otra serie de aspectos demasiados importantes para los productores de áreas de minifundio. Volke en su documento "Generación y Adopción de Tecnología", resume las causas por las cuales los productores de zonas de minifundio tienen muy baja adopción de las nuevas tecnologías; las cuales en su totalidad son aplicables a nuestros pequeños productores en una u otra forma. Ellas son:

- El desconocimiento de las nuevas tecnologías por parte de los pequeños productores podría asociarse con las deficiencias institucionales para la transferencia de tecnología.
- La limitación de acceso al crédito que demanda la nueva tecnología debido a problemas tales como:
 - . Falta de organización de los pequeños productores
 - . Deficiencias institucionales en la tramitación del crédito
 - . No existe una política clara sobre seguro de cosechas
 - . El abastecimiento de insumos es muy deficiente, además de que los precios incrementales son escandalosos
 - . Los problemas de tenencia de tierras hace que se limite demasiado el acceso al crédito.
- El elevado riesgo climático y la baja capacidad de los pequeños productores para enfrentarlo, lo que hace insegura la mayor inversión que implica la nueva tecnología.
- El deficiente abastecimiento y comercialización de insumos que demanda la nueva tecnología.
- Los precios bajos de los productos y su problemática de comerciali-

zación, limita la entrada de nuevos ingresos al agricultor, lo que hace poco atractivas las nuevas tecnologías.

- Las actividades efectuadas por los productores fuera de sus unidades familiares y la migración hacia otras actividades adicionales con el fin de complementar los ingresos derivados de la actividad agropecuaria.
- La deficiencia en obras de infraestructura vial que facilite el acceso a las tierras de cultivo.

Teniendo en cuenta las características socioeconómicas y culturales, además de tenencia y de infraestructura vial de las zonas de minifundio, donde nuestro pequeño productor desarrolla su economía de subsistencia y dado que, el fin último de generar y adecuar nuevas tecnologías es para que sean adoptadas por los productores, son los postulados que se deben tener en cuenta en las futuros proyectos de investigación y ajuste tecnológico en fincas de pequeños productores.

6. DEFINICION DE CONCEPTOS

Dentro de este marco conceptual se hace necesario definir algunos criterios técnicos que tienen que ver con la identificación del ámbito donde se desarrollan en sistemas de producción del pequeño productor; de algunos elementos que determinan la tecnología local de producción y la problemática tecnológica y las soluciones a la misma; es así como en este capítulo se definirá: qué es conjunto productivo, factor inmodifica-

De y dentro de éstos se conceptualizará sobre altura sobre el nivel del mar, pendiente del terreno, profundidad del suelo, color del suelo, precipitación, textura del suelo; de igual manera al identificar los sistemas de producción practicados por el pequeño productor, se definirá: qué es sistema de producción agrícola y, dentro del sistema se conceptualizará sobre: qué se entiende por cultivo solo, asocio, relevo, intercalamiento y cultivos múltiples.

3.1 Conjunto Productivo

Es una parte de la región geográfica donde se encuentran diferentes sistemas de producción enmarcados bajo cierta homogeneidad en cuanto a factores inmodificables de la producción y que por lo menos, aparentemente, se diferencia de otro, por los mismos factores inmodificables. El rango seleccionado para diferenciarlos, debe reflejarse en cambios sistemáticos y medibles en la producción de las especies agrícolas.

En esta definición conviene aclarar algunos términos.

3.2 Factor Inmodificable

Es aquel que ni técnica ni económicamente se pueden modificar a corto plazo.

No todos los factores inmodificables sirven para diferenciar conjuntos

productivos, sólo se utiliza aquellos que presentan variación de un sitio a otro, éstos se conocen como factores de diagnóstico. Lo anterior no quiere decir, que los restantes no sean determinantes en la producción, por lo cual es necesario mencionarlos pero como constantes.

Los rangos seleccionados dentro de cada factor de diagnóstico se denomina Ambito Agronómico y como su nombre lo indica, debe determinarse de acuerdo a exigencias agronómicas del cultivo o arreglo de cultivos presentes en la región.

A manera de ejemplo, se analizan algunos factores inmodificables y se discute la conveniencia o no de incluirlos dentro del Conjunto Productivo, así como los rangos que podrían ser apropiados para cada uno de ellos.

6.2.1 Altura sobre el nivel del mar (a.s.n.m.)

Puede ser importante en zonas quebradas, como aquellas que generalmente se presentan en áreas de pequeños productores y que necesariamente determinan la presencia de cultivos de clima frío, medio y cálido.

Aunque éste es un factor de suma importancia, como guía de identificación, en algunos casos se abusa de él, definiendo rangos tan estrechos que ninguna diferencia presentan en condiciones de producción o manejo de cultivos.

Aún, aceptando que se han seleccionado rangos apropiados, existen zonas intermedias entre un nivel y otro, que podrían eliminarse si son porcentajes mínimos en relación con el área total del conjunto.

Supongamos que en una área existen alturas entre 500 y 3.000 m.s.n.m. puede haber muchas posibilidades de división pero pensemos únicamente en tres:

A	B	C
500 - 750	500 - 1.000	500 - 1.200
751 - 1.000	1.001 - 1.500	1.400 - 2.100
1.001 - 1.250	1.501 - 2.000	2.300 - 3.000
1.251 - 1.500	2.001 - 2.500	
1.501 - 1.750	2.501 - 3.000	
1.751 - 2.000		
2.001 - 2.250		
2.251 - 2.500		
2.501 - 2.750		
2.751 - 3.000		

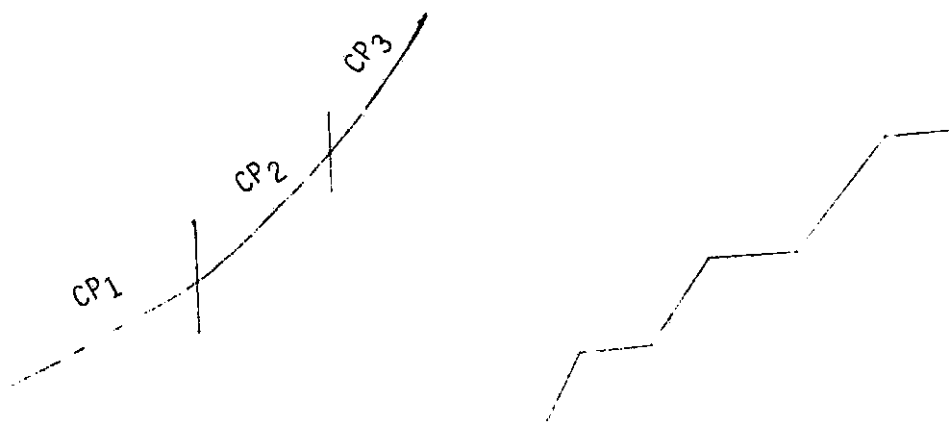
Nótese que en la posibilidad No. 3 que aparentemente es la más práctica para trabajar, se está aceptando que existe una situación fisiográfica continua y ésa es la razón para no considerar rangos entre 1.200 y 1.400 o entre 2.100 y 2.300. Se supone que la mayor parte del área se encuentra entre los rangos seleccionados y que las zonas de transición corresponden a un porcentaje bajo posiblemente un 5% para uno y otro lado y para las cuales podrá integrarse sin mayores riesgos alguna recomendación agronómica, que provenga de los otros conjuntos.

En el otro caso, cuando no existen variaciones considerables en altura, dentro de la región estudiada, deberá eliminarse este factor de la definición preliminar de conjunto productivo.

6.2.2 Pendiente

Este factor por lo general se lo relaciona con la a.s.n.m., ésto es cierto para fisiografías continuas, pero no es válido para las posiciones fisiográficas discontinuas, ésto es, no siempre a mayores alturas existirá mayor pendiente, ya que en nuestro medio existen valles altos (Sabana de Bogotá, Sabana de Túquerres) y Valles Bajos (Valle del Patía, Valle del Cauca), por ejemplo.

La experiencia ha mostrado que, rangos estrechos de pendiente no son muy adecuados para diferenciar conjuntos productivos.



a. Posición Fisiográfica pendiente continua

b. Posición Fisiográfica pendiente discontinua

6.2.3 Profundidad del suelo

Es importante tenerla en cuenta, porque constituye uno de los factores que tiene que ver con la capacidad de retención de humedad y disponibilidad de nutrientes.

La disponibilidad de agua, influye en el tipo de respuesta a los factores controlables. Es un factor de mucha importancia, sobre todo en regiones donde no es posible diferenciar conjuntos por altura o por pendiente.

Sin embargo, es necesario hacer igualmente algunas aclaraciones respecto al uso práctico de este factor, en lo que respecta a su ámbito agronómico.

Por una parte, habrá que hacer referencia a la profundidad radicular del o los cultivos predominantes en la región.

Así por ejemplo, profundidades mayores de dos metros son suficientes para cualquier cultivo anual y posiblemente para perennes. En este caso no habrá ámbito agronómico de este factor, ya que todos los suelos se consideran profundos. Igualmente, si todos los suelos tienen profundidades entre 10-20 cm. se puede considerar que son superficiales. No obstante, si se observa que existe variación entre 20 cm. y 2m por ejemplo, será necesario tener en cuenta este factor, seleccionando límites ade-

cuados de variación, de acuerdo a la profundidad radicular de los cultivos predominantes.

6.2.4 Color del suelo

Este factor puede ser un reflejo del contenido del material parental, materia orgánica, del grado de erosión y de algunos factores climáticos. Pero al igual que en los casos anteriores, debe manejarse con cuidado. Así por ejemplo, la simple clasificación de suelos oscuros y claros podría ser suficiente para los objetivos de nuestro estudio. En algunos casos, cuando se observen suelos grises o azulados será indicativo de que existen problemas de drenaje y consecuentemente mala aireación.

6.2.5 Precipitación

Este constituye otro de los factores de diagnóstico más importantes ya que modifica sustancialmente el tipo de respuesta a los factores controlables y es un limitante serio en las zonas de pequeños productores.

En este caso será necesario, por una parte, tener datos aproximados de la precipitación total y de su distribución durante el período vegetativo del cultivo, así como de series históricas de precipitación en la zona, será necesario además, saber los requerimientos de agua del cultivo y sus períodos críticos para efectuar los análisis y decidir si puede ser o no factor de diagnóstico.

6.2.6 Textura

Sólo que se requieran estudios muy específicos, la simple clasificación de suelos pesados (toda la gama de arcillosos), medianos (francos), y livianos (arenosos), sería suficiente para clasificación de conjuntos productivos.

Los dos conceptos, factor inmodificable de diagnóstico y ámbito agronómico son los que definen el conjunto productivo.

6.3 Sistema de Producción Agrícola

Será el cultivo solo (o), asociado (x), intercalado (//), en relevo o múltiple que se desarrolla o se enmarca dentro de un conjunto productivo definido anteriormente.

Lo anterior es válido si únicamente se tiene en cuenta la parte agrícola, pero si se considera el factor productivo (agrícola y pecuario), el Sistema de Producción Agropecuario estará determinado por la combinación de las dos actividades.

De acuerdo a la terminología aceptada en el Boletín No. 65 "Identificación de Sistemas de Producción", se definen los siguientes términos:

6.3.1 Cultivo solo (o)

Cuando no existe posibilidad de competencia por espacio, agua, luz y nutrientes con otro cultivo de importancia comercial.

6.3.2 Asocio (x)

Dos cultivos están en asocio, cuando se siembran en el mismo sitio y en la misma época. Se entiende por el mismo sitio cuando las semillas de las dos especies se siembran en el mismo hoyo o en hoyos separados, pero de tal manera que el sistema radicular de una especie se alcanza a entrecruzar con el sistema radicular de la otra. En forma similar, la misma época, hace referencia a la siembra de las dos especies durante el mismo día o en un período de tiempo tan corto que compiten simultáneamente desde su germinación. Por las anteriores razones se presenta una alta competencia por espacio, agua, luz y nutrientes.

6.3.3 Relevo (≡)

Dos cultivos se encuentran sembrados en relevo cuando el sitio de siembra del cultivo 1 es igual al sitio de siembra del cultivo 2, pero cuando no coinciden las épocas de siembra, en este caso se presenta una competencia parcial por espacio, agua, luz y nutrimentos ya que las especies interaccionan durante una pequeña parte de su ciclo vegetativo.

6.3.4 Intercalado (//)

Dos cultivos están intercalados cuando el sitio de siembra del cultivo 1, es diferente al sitio de siembra del cultivo 2 y la época de siembra de ambos puede ser igual o diferente.

6.3.5 Múltiple

Cuando existe una combinación de más de dos cultivos arreglados en cualquiera de las formas descritas anteriormente.

Con los conceptos anteriores, se puede afirmar que un mismo arreglo que se encuentra en dos conjuntos productivos diferentes determinan dos sistemas de producción diferentes y con mayor razón dos arreglos diferentes aunque se encuentren en un mismo conjunto.

Conviene aclarar que los conjuntos productivos y el sistema de producción, tal como han quedado definidos, son artificios creados como metodologías de trabajo y pueden ser tan estrechos o tan amplios de acuerdo a la conveniencia del técnico, a los requerimientos y objetivos del estudio, así como a los recursos humanos y económicos. Por otra parte, la verdadera comprobación de su existencia resulta del análisis de los resultados de experimentos en el área de trabajo, los cuales deben demostrar la diferencia estadística por grupos a un nivel establecido previamente.

En el nivel que se ha descrito, no pasa de ser un sistema de producción netamente agronómico, no obstante la aplicación del concepto es válido para sistemas más avanzados como sistemas agropecuarios, sistemas de fincas, sistemas de regiones, sistemas nacionales, etc. En el sentido más amplio, el sistema de producción podría ser la interacción de los sectores primario, secundario y terciario de la producción.

IV. ETAPAS DEL AJUSTE TECNOLÓGICO

1. DIAGNOSTICO

En áreas de minifundio, fundamentalmente se han utilizado dos metodologías para Diagnóstico: una con base en fuentes secundarias y otra, mediante la Identificación de Sistemas de Producción (I.S.P.) y Tecnología Local de Producción (T.L.P.).

En algunos Distritos se ha complementado esta información con un instrumento que permite la participación de los usuarios en la priorización de los problemas denominados Autodiagnóstico o Diagnóstico Participativo, el cual fue probado en los Distritos de Pasto, Norte de Antioquia y Pamplona. El primero (ISP), corresponde a un diagnóstico preliminar y general de la región, el segundo, a un diagnóstico más específico en la identificación de los problemas de las especies y más participativo a nivel de comunidad y, el tercero, el ajuste local en la determinación y priorización de los problemas tecnológicos mediante plena participación de grupos de productores.

Estos diagnósticos entre otros aspectos han permitido:

- Ubicar a los técnicos en la problemática tecnológica de su área de trabajo.
- Identificar y priorizar a nivel de región los factores modificables e inmodificables que inciden en el proceso productivo.

- Agrupar regiones relativamente homogéneas, utilizando factores generalmente visibles o de fácil medición, tales como: pendiente, color de suelo, textura, altura sobre nivel del mar, precipitación promedio.
- Determinar y priorizar los sistemas de producción.
- Facilitar la obtención de información referente a tecnología local de producción.
- Establecer posibles limitantes de la producción, así como las posibles soluciones a nivel de investigación en Centros Experimentales o directamente en fincas de agricultores.
- Facilitar la obtención de recomendaciones en primera aproximación para que sean utilizadas posteriormente en transferencia de tecnología.
- Lograr la participación de los usuarios en la definición de los problemas y sus soluciones.

1.1 Identificación de Sistemas de Producción (I.S.P.)

En la identificación de los sistemas de producción, se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

- Conocimiento previo de la región mediante revisión de fuentes secundarias. Esto debe ser objeto de un documento preliminar de cuyo análisis se espera un conocimiento aproximado de la región en estudio. Esta etapa requiere la toma de información en aspectos de clima, suelos, cultivos, mercados, infraestructura, población, tenen-

cia, etc.

- Primer recorrido por la región. Identificación de vías y selección de puntos estratégicos de alta viabilidad.
- Preparación de un listado de factores inmodificables, selección de aquellos que se consideren limitantes y separación de aquellos que verían de un sitio a otro.
- Selección de rangos adecuados en aquellos factores inmodificables que muestran variación y decisión preliminar de posibles conjuntos productivos.
- Segundo recorrido por la región. Estimación en porcentaje del área de los conjuntos productivos y sistemas de producción.
- Priorización de los sistemas de producción.
- Determinación de la muestra para el levantamiento de la encuesta.
- Tabulación de las encuestas y determinación de la tecnología local de producción.
- Discusión de resultados y posible identificación en campo.
- Listado de problemas de producción.
- Confrontación con la oferta tecnológica y selección de problemas sin solución aparente, necesidades de investigación básica y necesidades de ajuste tecnológico.
- Programación, Presupuesto y Cronograma de Actividades de Ajuste Tecnológico y Transferencia de Tecnología con recomendaciones en primera aproximación.
- Análisis de resultados de ajuste y determinación de las variables inmodificables que determinan la presencia de conjuntos productivos

y recomendaciones tecnológicas en segunda aproximación.

En las actividades mencionadas deben participar productores, técnicos conocedores de la región y como apoyo preferencialmente técnicos de diferentes disciplinas especialmente agronómica, veterinaria, zootecnia, psicología, economía y divulgación.

1.2 Priorización de Sistemas

Generalmente en áreas de minifundio, se presenta una gran diversidad de sistemas de producción cuya atención se ve limitada principalmente por la disponibilidad de recursos económicos y consecencialmente humanos. Por lo anterior, es necesario priorizar por algunos criterios que normalmente son dados por las políticas de Gobierno.

1.3 Tecnología Local de Producción (T.L.P.)

Está constituida por una secuencia de decisiones o estrategias que practican los productores con el objeto de combinar sus escasos recursos dentro de un medio caracterizado por serias limitaciones.

Operativamente, este paso se convierte en una acción complementaria al I.S.P.

Para definir la tecnología local de producción, el técnico en estrecha

colaboración con el agricultor debe definir todos aquellos componentes que integran y/o condicionan la tecnología, tales como: genotipos, arreglos de especies, formas de manejo, rotaciones más frecuentes, niveles de utilización de insumos, rendimiento, mercadeo de productos, actitud frente al riesgo, disponibilidad de mano de obra, disponibilidad o acceso al capital.

La metodología para la determinación de la T.L.P. se encuentra descrita ampliamente en el Manual Técnico No. 31 denominado "Metodología para la Identificación de la Tecnología Local de Producción Agropecuaria", en el cual se sugiere a los técnicos tener en cuenta todos aquellos componentes tecnológicos que integran o condicionan la tecnología del productor tales como: genotipos, arreglos de especies, niveles de utilización de insumos, rendimiento, mercadeo de productos, actitud frente al riesgo y la introducción de nueva tecnología. Además, este Manual ofrece al personal técnico de los Distritos de Transferencia de Tecnología, los instrumentos apropiados tanto para la recopilación de la información proveniente de la identificación de la T.L.P. agropecuaria, como para la tabulación de la misma y dar las pautas para la aplicación de los métodos de muestreo requeridos para tal fin.

1.3.1 Uso e Interpretación de los Formatos para la Identificación de Tecnología Local de Producción Agrícola 1/

El número de agricultores a encuestar para la aplicación de los formatos, se determinará por muestreo estadístico tal como se indica en el numeral 3 de este manual. Las encuestas deben ser realizadas en lo posible en pleno estado de desarrollo de los cultivos a fin de poder verificar, si es el caso, algunos datos en el campo.

A continuación se explicará el manejo e interpretación de cada uno de los componentes de dicho formulario.

La primera parte corresponde a la Identificación de la Regional, Departamento y Distrito, así como del arreglo, conjunto productivo y sistema de producción a que corresponde la identificación.

Cuando determinada práctica no sea utilizada por los agricultores deberá indicarse claramente en la encuesta a incluirse el no uso en la tabulación y análisis de la T.L.P.

En cada uno de los cuadros se ha dejado un espacio reservado al costo del jornal, considerando que pueden existir costos diferenciales para

1/ Incluye pastos.

cada una de las diferentes labores realizadas. Igualmente, se han reservado espacios para las observaciones que en particular los técnicos deben hacer sobre condiciones especiales de limitaciones, restricciones, actitud frente al riesgo y a la nueva tecnología manifestadas por el informante u observadas por el encuestador, las cuales constituyen parte fundamental de la descripción de la Tecnología Local de Producción tanto en la estructuración de recomendaciones como en la elaboración de los Planes de Transferencia de Tecnología.

Los datos solicitados en los diferentes formatos se refieren a los requerimientos por hectárea. En caso de que haya dificultad para que los agricultores entrevistados suministren la información requerida por hectárea, el encuestador podrá anotar los datos relativos al tamaño del área que el agricultor maneja o la unidad de referencia utilizada por éste (arobas de siembra, etc) y posteriormente hacer las estimaciones equivalentes a una hectárea.

Las notas de pie de página que acompañan a cada formato permite aclarar dudas por lo cual deben ser tenidas en cuenta por los encuestadores.

El número de las encuestas debe ser asignado por el Distrito respectivo en forma consecutiva desde 1 hasta n y para los sistemas de producción desde el SP₁ hasta SP_n. Esto con el objeto de evitar duplicidad.

Posteriormente y de manera secuencial se describen en formatos separa-

dos los aspectos agroeconómicos básicos del proceso productivo en la siguiente forma:

BIBLIOTECA
DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

Preparación del Suelo:

Se refiere a las principales labores que conlleva esta actividad. Se han dejado dos espacios con el objeto de que se incluyan aquellas diferentes a las relacionadas en el listado. Tabla 1.

Siembra:

En la columna "Especie", se debe colocar por separado en forma continua y verticalmente, cada una de las especies que conforman el arreglo de tal manera que la información horizontal para las diferentes columnas, corresponda a cada una de ellas.

En la columna correspondiente a "Epoca de Siembra" se incluirá la fecha en que se sembró cada una de las especies que conforman el arreglo.

El costo total de la siembra se refiere al valor de las semillas más el valor de los jornales requeridos por hectárea. Tabla 2.

Fertilización y uso de correctivos:

En la columna "Especie" deben incluirse aquella o aquellas que hayan re-

cibido fertilización dentro del arreglo. El valor unitario se refiere al valor por kilogramo, tonelada o bulto de fertilizante o correctivo. Cuando la aplicación se haga antes de la siembra debe indicarse claramente en el columna "Epoca". Tabla 3.

Control de Malezas:

El control de malezas, se refiere al arreglo, ya que generalmente esta práctica sirve para todo el arreglo.

Se ha hecho la diferenciación entre el control manual y el químico; sin embargo, pueden presentarse ambas modalidades en cuyo caso, se utilizará las columnas correspondientes. Tabla 4.

Enfermedades y Plagas presentes:

En la columna correspondiente a "Especie" aparecen tres renglones que permiten incluir igual número de especies cultivadas, en razón a que el ataque de patógenos e insectos puede presentarse de manera selectiva dentro del arreglo.

En la columna correspondiente a "Enfermedades y Plagas", se debe anotar en orden de importancia, las tres principales; igualmente, colocar el producto más utilizado para su control, en tal forma que se de prelación a los que el agricultor considera más grave y la forma más común

de combatir las.

En la columna "Valor Total", debe aparecer el costo del total de dosis aplicadas durante el ciclo productivo. Las columnas "Número Jornales" y "Valor Jornales" se refieren al total requerido para el control fitosanitario durante el ciclo productivo. El "Costo Total" corresponde al valor total de las dosis aplicadas y de los jornales utilizados. Tabla 5.

Cosecha, Beneficio y Mercadeo:

En la columna "Especie" se debe indicar cada uno de los componentes del arreglo. La época de cosecha corresponde al mes y año de recolección de la especie respectiva.

En la columna "Rendimiento" debe especificarse cuando éste sea en verde. En la columna "Cosecha" si se da simultáneamente la recolección de más de una especie, el número debe considerarse conjuntamente haciendo la observación respectiva al pie de la página.

El "Acarreo" se refiere al transporte del producto cosechado, dentro de la finca mediante los medios convencionales, animal o mecánico (zorras, carretillas, remolques, vehículos, otros).

La columna "Beneficio" se relaciona con el desgrane, trilla, selección,

cio, empaque y fletes. Tabla 6.

**BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA**

Otras Labores:

La Tabla 7, "Otras Labores", se refiere a aquellas diferentes a las contempladas en las tablas anteriores, tales como riegos, tutorados, deshojes, podas, raleos y otros.

En la columna "Especie" debe aparecer la especie a la cual se practica la labor dentro del arreglo. El tipo de labor corresponde al nombre de la práctica; el número de labores se refiere al número de riegos, podas, etc. que se realizan.

"La Época" se refiere al número de días a partir de la siembra de la especie respectiva en el caso de cultivos anuales o a la periodicidad (trimestralmente, semestralmente, etc, o con posterioridad a cada cosecha o estado vegetativo) si se trata de cultivos permanentes.

En la columna "Valor Monetario" se incluyen los gastos en efectivo por concepto de la adquisición de insumos, materiales o equipos necesarios para realizar dichas labores.

La columna "No. de Jornales" se refiere al requerimiento por hectárea de éstos para el total de labores realizadas. El "Costo Total" corresponde a la sumatoria de los valores monetarios por concepto de insumos

y el valor total de los jornales utilizados.

En la misma Tabla 7, se incluye un consolidado del Costo Total, Valor de la Producción, Ingreso Neto y Rentabilidad por hectárea, los cuales se obtienen confrontando las siete Tablas anteriores.

Incidencias de algunos Factores de Riesgo:

Se considera importante incluir esta Tabla a fin de conocer los principales factores de riesgo que afectan al proceso de toma de decisiones y la racionalidad inherente a los diferentes sistemas de producción. Además de la incidencia de los diferentes factores, se incluye la época en que estos fenómenos tienen lugar durante el año agrícola y el espacio suficiente para consignar la actuación del agricultor frente al riesgo, es decir, cómo trata éste de afrontar dichos factores. Tabla 8.

Semillero:

Para aquellos arreglos que requieren de semilleros, se utilizará la Tabla 9 para la especie que se transplanta. Los costos requeridos se adicionarán al consolidado de costos de la Tabla 7 para efecto del análisis económico.

Tabla 2. Incidencia de algunos Factores de Riesgo

Factor de riesgo	Incidencia			
	Epoca <u>1/</u>	Este año solamente <u>2/</u>	Algunos otros <u>2/</u>	Todos los años <u>2/</u>
Sequía				
Inundación				
Verdava				
Heladas				
Granizadas				
Plagas				
Enfermedades				
Malos Precios				
Otros				

Actitud frente a: riesgo 3/

1/ Indicar mes

2/ Marcar con una x

3/ Indicar como actúa el agricultor frente a los factores de riesgo

Tabla 9. Semillero. (Área m² 1/) Especie que se transplanta

Labores	Plagas y Enfermedades	Insumos		Epoca <u>2/</u>	Forma de aplicac. <u>3/</u>	Valor Unitario \$	Valor Total \$	No. de Jornales	Valor Jornales	Costo Total \$
		Nombre	Dosis							
Trazado y preparado										
Desinfección										
Siembra										
Control de Plagas y Enfermedades										
Abonamiento										
Otros										
Gran Total										

1/ Se refiere al área requerida para sembrar una hectárea
2/ Días a la siembra
3/ En banda, al voleo, en aspersión, espolvoreo, surcos, etc.

1.3.2 Uso e Interpretación de los Formularios para Tabulación de Datos de Tecnología Local de Producción Agrícola

Con el objeto de facilitar la tabulación y análisis de la información recopilada mediante los formularios de Identificación de la Tecnología Local de Producción Agrícola, se diseñaron formatos que incluyen las mismas variables consideradas en la Tecnología Local.

El proceso de tabulación consiste en condensar la información contenida en las encuestas de T.L.P., en las columnas correspondientes a dichos tabulados. Con el fin de sintetizar la información, se utilizan en algunos casos códigos creados para tal efecto, los cuales deben ser detenidamente revisados y tomados en consideración por los encuestadores. Mediante el análisis de los datos de Tecnología Local se espera tener una visión lo más aproximada posible del proceso productivo que se realiza en cada uno de los sistemas de producción prioritarios. Para tal efecto, se tendrán en cuenta entonces las "tecnologías modales" que se practican y en igual forma los "problemas modales" que afectan a dicho proceso positivo. Un análisis posterior de esta problemática permitirá a los técnicos distritales relacionar y priorizar las necesidades de Ajuste Tecnológico del Distrito.

La "tecnología modal" y los "problemas modales" resultan del análisis de frecuencia, hechos sobre la base de los formularios de tabulación, entendiéndose por modales aquellas tecnologías o problemas de ocurrencia

más frecuente dentro del sistema de producción.

Ejemplo: Práctica, Rosería (total 20 encuestas)

<u>No. Agricultores</u>	<u>No. Jornales</u>	<u>\$/ha</u>
8	3	650
5	4	500
3	2	450
4	1	300

Como se observa, la Moda, para la práctica de rosería en el sistema de producción sería de tres jornales con un costo de 650 pesos/ha.

Otro Ejemplo: Plagas en el sistema de Producción Papa en CP₁ (SP₁).

Para un total de 25 encuestas la plaga más importante tuvo la siguiente distribución:

<u>No. de Agricultores</u>	<u>Plaga</u>
9	Trozador
5	Pulguilla
6	Minador
4	Chisa
1	Palomilla

Lo anterior indica que el problema de plagas modal lo constituye los

trozadores, estando en segundo lugar los minadores.

Igualmente, al hacer un análisis de los productos utilizados para el control de trozador se encontró la siguiente distribución:

<u>No. de Agricultores</u>	<u>Producto</u>
8	Sevín
5	Sevirán
4	Basudín
2	Aldrín
6	Dipterex

Esto indica que el control modal utilizado es sobre la base del producto Sevín.

Los tres factores analizados anteriormente caracterizarían la tecnología en la siguiente forma: "Los productores utilizan tres jornales por ha. para la práctica de rosería cuyo costo es de \$ 650, la principal plaga que afecta el cultivo de papa es el trozador y para su control se utiliza principalmente Sevín". Mediante un análisis similar para el resto de variables se completaría la descripción de la Tecnología Local de Producción del sistema de Producción durante todo el ciclo productivo. Dicho análisis daría lugar a los cuadros esquemáticos y a la descripción de la Tecnología Local de Producción en el documento de Identificación de Sistemas de Producción.

A continuación se describirá cada uno de los formatos para tabulación de la información de la Tecnología Local de Producción para la parte agrícola.

Preparación del Suelo:

Igual que en las encuestas para T.L.P. se procede a indicar la Regional, Distrito, Conjunto Productivo y Arreglo correspondiente.

En la primera columna aparece el nombre del agricultor y se han dejado hileras, con el objeto de que en cada formato se incluyan varios agricultores. La columna siguiente, "No. de Orden", corresponde al número asignado en la encuesta a cada uno de los agricultores. En los formatos siguientes se omite el nombre del agricultor y aparece el número de orden asignado en la Tabla 10.

En las columnas de "Municipio y Vereda" se consignarán los códigos utilizados en el estudio de I.S.P. para identificarlos. Las labores de arada y rastrillada se codifican como 2a y 2b, según sea tracción mecánica o tracción animal, utilizando la columna correspondiente. Además, se reservan dos columnas adicionales a fin de incluir otras labores no relacionadas en las columnas anteriores. Estas deberán especificarse al comienzo de la columna respectiva. Tabla 10.

Uso de Insumos:

En esta Tabla se consolidan los datos referentes a la utilización de insumos agrícolas (semillas, fertilizantes, correctivos, matamalezas, insecticidas, fungicidas, etc) y las diferentes características de su utilización, tales como clase, dosis, costo y forma de aplicación. A fin de identificar dichas características se estructuraron los códigos que aparecen al reverso de la hoja, los cuales deben ser llenados por los encuestadores, de acuerdo con la situación local. Se reservan un número prudencial de códigos previendo que puede existir una amplia gama de insumos y modalidades de utilización en los diferentes Distritos de Transferencia de Tecnología. En esta forma, en las columnas 1, 2, 3, 4 y 5 se anotarán únicamente los códigos 1a hasta 1f; 2a hasta 2f; 3a hasta 3f y 5a hasta 5s, respectivamente.

En esta Tabla y en las subsiguientes, se reservan tres espacios para cada agricultor, a fin de discriminar la especie correspondiente que conforma el arreglo, ya que algunos de estos insumos o prácticas podrán ser utilizadas de manera diferencial dentro del arreglo. Tabla 11.

Problemas Fitosanitarios y Disturbios Agronómicos:

En las columnas correspondientes a "Plagas", "Enfermedades" y "Malezas", deben indicarse aquellas que los productores señalan como más importantes o de mayor ocurrencia para los diferentes componentes del arreglo.

Códigos para Uso de Insumos. (Tabla 11)

Insumos	Clase *	Dosis/ha	Epoca (días a la siembra) **	Forma
Fertilizante	1a	2a	3a	5a: Manual
	1b	2b	3b	5b: Mecánico
	1c	2c	3c	5c: Bandas
	1d	2d	3d	5d: Al voleo
	1e	2e	3e	5e: Corona 5f: Ahoyado
Semilla	1a	2a	3a	5a: Manual
	1b	2b	3b	5b: Mecánico
	1c	2c	3c	5j: Chorrillo
	1d	2d	3d	5d: Al voleo
	1e	2e	3e	5m: Moteado 5n: Ahoyado
Insecticida	1a	2a	3a	5a: Manual
	1b	2b	3b	5b: Mecánico
	1c	2c	3c	5c: Bandas
	1d	2d	3d	5e: Corona
	1e	2e	3e	5d: Al voleo
	1f	2f	3f	5p: Aspersión 5r: Espolvoreo
Fungicidas	1a	2a	3a	5a: Manual
	1b	2b	3b	5b: Mecánico
	1c	2c	3c	5p: Aspersión
	1d	2d	3d	5r: Espolvoreo
	1e	2e	3e	5s: Inmersión
	1f	2f	3f	
Matamalezas	1a	2a	3a	5c: Bandas
	1b	2b	3b	5p: Aspersión
	1c	2c	3c	
Otros	1a	2a	3a	
	1b	2b	3b	

* Dar nombres de las semillas criollas o mejoradas, fertilizantes y pesticidas

** Días a la siembra de la primera especie si se trata de matamalezas, insecticidas y fungicidas. En el caso de semillas indicar la fecha de siembra de cada especie y los días transcurridos a partir de la siembra de cada especie para la aplicación de fertilizantes.

En la subcolumna "Epoca" puede presentarse más de un período de aparición, por ejemplo, a los 30 y 90 días.

Se dejó una columna adicional para anotar algunos disturbios agronómicos no identificados o de ocurrencia esporádica.

El análisis de frecuencia del total de encuestas realizadas para el Sistema de Producción, permitirá presentar los problemas modales que caracterizan dichas tecnologías. Tabla 12.

Uso de la mano de obra:

En esta Tabla se incluye el número de jornales y su costo para las principales labores y actividades contempladas en el proceso productivo tales como preparación del suelo, siembra, fertilización, control de malezas, control de plagas y enfermedades, cosecha, beneficio y empaque.

"Beneficio" comprende tanto las labores de desgrane o trilla propia de cereales y leguminosas, como aquellas necesarias para la transformación del cacao, fique, tabaco, etc, o el procesamiento de la panela en el caso de caña panelera.

También se incluye una columna adicional para otras prácticas no contemplada en las columnas anteriores. Tabla 13.

Prácticas Culturales:

Esta Tabla incluye una serie de prácticas aún no contempladas tales como desyerbas, aporque, podas, deschuponadas, raleos, trasplante, etc, de común ocurrencia en los Sistemas de Producción.

Las columnas 1, 2, 3 y 4 corresponden respectivamente a: la forma, época, número de jornales y valor de jornales utilizados. Para la forma se utilizarán los códigos 1a ó 1b, dependiendo si la labor es manual o mecánica. Tabla 14.

Cosecha, Beneficio y Mercadeo:

En la columna "Epoca de Cosecha" se debe escribir el mes o los meses en que tiene lugar la recolección del producto. En la columna "Rendimiento" debe especificarse cuando ésta sea en verde. Para la columna "Lugar de Venta", en caso de que sea diferente a la finca deberá aparecer el nombre del Municipio o el lugar de acopio en que ésta se efectúa.

En la columna "Acarreo" aparecen los jornales y su costo, así como otras erogaciones monetarias diferentes a jornales relacionados con el transporte o movilización de la producción dentro de la finca. La columna "Procesamiento" se refiere a las erogaciones monetarias por concepto de alquiler de equipos para trilla y clasificación o los gastos en efectivo en que incurre en ciertos procesos como la elaboración de

panela. Las columnas 4 a 9 indican no sólo el tipo de empaque sino también la capacidad aproximada de éste en kgs. Por consiguiente, deberá aparecer dicha capacidad en las correspondientes columnas 4 a 9.

La columna "Número de Unidades" por hectárea, se refiere al número de cajas, costales (bultos), etc. cosechadas por hectárea.

La columna "Valor Total" de las unidades recolectadas por hectárea se refiere al valor de las cargas, bultos, cajas, etc, según el tipo de empaque utilizado. Tabla 15.

Incidencia de algunos Factores de Riesgo:

Los diferentes factores de riesgo que se presentan se señalan mediante una X en las columnas correspondientes de 1 a 3.

También se indicará en la subcolumna correspondiente a época, el mes en que su incidencia es común. Tabla 16.

Semilleros (Problemas fitosanitarios y labores):

Se indicará la especie que se transplanta. En la columna Area (m^2) se indicará la superficie requerida para sembrar una hectárea.

En las columnas correspondientes se indicarán las plagas, enfermedades

y malezas más importantes señaladas por los agricultores. Tabla 17.

Semilleros (Uso de Insumos):

Igual que en la Tabla 11, se reservan espacios para códigos (ver códigos de la Tabla 18), los cuales deben ser llenados por los encuestados de conformidad con los datos contenidos en las encuestas. La columna 4, se refiere al valor de los insumos para el total de las aplicaciones o dosis utilizadas por hectárea.

Mediante la tabulación de los datos consignados en las encuestas, como se ha indicado y la determinación de las tecnologías modales, los técnicos distritales obtendrán el patrón de producción o recomendaciones tecnológicas modales, así como los costos y problemas inherentes a dichas tecnologías o Sistemas de Producción. Tabla 18.

1.3.3 Definición del Tamaño de la Muestra y Técnica de Muestreo para la Identificación de la Tecnología Local de Producción Agropecuaria

Al analizar los Sistemas de Producción existentes en una zona de minifundio determinada, generalmente se encuentra que el número de agricultores que practican dichos sistemas es bastante grande y resultaría poco práctico efectuar estudios censales para determinar la Tecnología Local de Producción. Igualmente, si se fija previamente un porcentaje del universo para encuestar, se caería en muestras deficientes o dema-

Códigos para Uso de Insumos. (Tabla 18)

Insumos	Clase *	Dosis/ha	Epoca (días a la siembra) **	Forma
Fertilizante	1a _____	2a _____	3a _____	5a: Bandas
	1b _____	2b _____	3b _____	5b: Al voleo
	1c _____	2c _____	3c _____	5c: Corona
				5d: Aspersión
Semilla	1a _____	2a _____	3a _____	5d: Chorrillo
	1b _____	2b _____	3b _____	5f: Al voleo
	1c _____	2c _____	3c _____	5g: Moteado
Insecticidas	1a _____	2a _____	3a _____	5a: Bandas
	1b _____	2b _____	3b _____	5b: Al voleo
	1c _____	2c _____	3c _____	5c: Corona
				5d: Aspersión
				5h: Espolvoreo
Fungicidas	1a _____	2a _____	3a _____	5a: Bandas
	1b _____	2b _____	3b _____	5b: Al voleo
	1c _____	2c _____	3c _____	5c: Corona
				5d: Aspersión
				5h: Espolvoreo
				5i: Riego
Otros	1a _____	2a _____	3a _____	
	1b _____	2b _____	3b _____	
	1c _____	2c _____	3c _____	

* Dar nombres de las semillas criollas o variedades mejoradas, fertilizantes y pesticidas

** Días a la siembra de la especie.

siado grande para entrevistar. Se presenta entonces como alternativa, la recolección de datos no de toda la población sino de una muestra representativa de agricultores de quienes se obtiene la información deseada, mediante el uso de métodos estadísticos convencionales de muestreo. De hecho se sabe, que cuanto más grande sea la muestra mejor será la precipitación obtenida, aunque el tamaño de la muestra es proporcional a su costo y es preferible disminuir el costo manteniendo una precisión razonable.

A fin de seleccionar la muestra se debe tener en cuenta:

- a. Uso de fichas para sortear al azar o de tablas de números al azar.
- b. Marco muestral o listado de agricultores que usan determinado sistema de producción. Dichos listados pueden ser conseguidos a través de las reuniones, comités de usuarios o de los formatos de sistematización de actividades donde se ha ejecutado esta metodología.

Para efecto de determinar el tamaño de la muestra a utilizar en la Identificación de la Tecnología Local de Producción, se sugiere seguir el método conocido como "Muestreo aleatorio estratificado con afijación proporcional simple", mediante el cual se clasifican los elementos de la población en grupos o estratos donde los estratos son los diferentes sistemas de producción encontrados. Se utiliza como variable de muestreo el porcentaje de cubrimiento de cada sistema de producción en el caso agrícola y el número de animales de cada sistema de producción en el caso pecuario.

1. Fórmula utilizada para el Cálculo del Tamaño de la Muestra

Parte Agrícola:

La fórmula condensada para definir el tamaño de la muestra total de los Sistemas de Producción encontrados es la siguiente:

$$n \geq \frac{\sum Ni^2 Pi Qi}{N^2 \left(\frac{E}{Z}\right)^2 + \sum Ni^2 Pi Qi}$$

N_i = Número de agricultores en cada SP.

P_i = Porcentaje de cubrimiento del SP en referencia.

Q_i = Porcentaje cubrimiento de los SP restantes.

N = Número total de agricultores (universo).

$W_i = \frac{N_i}{N}$ = Frecuencia relativa

E = Probabilidad de confianza para el límite de error deseado.

Z = Múltiplo del error seleccionado para alcanzar un grado dado de Confianza.

Los valores de E y Z serían los siguientes:

$(1 - \alpha)$	E (α)	Valor Z
90	0.1	1.64
95	0.05	1.96
99	0.01	2.58

Aplicación de la Fórmula para la Parte Agrícola:

La aplicación de la fórmula anterior se ilustra con el siguiente ejemplo: En un estudio de I.S.P. se encontraron 11 sistemas de producción agrícola y se quiere determinar el tamaño de la muestra.

SISTEMAS DE PRODUCCION ENCONTRADOS Y PORCENTAJE DE CUBRIMIENTO

CP	SP	% Cubrimiento	No. de Pequeños Agricultores
CP ₁	SP ₁	6.5	60
	SP ₂	5.5	40
	SP ₃	8.5	60
	SP ₄	3.5	19
CP ₂	SP ₅	20.0	160
	SP ₆	18.0	75
	SP ₇	3.5	5
	SP ₈	6.5	63
CP ₃	SP ₉	11	58
	SP ₁₀	8.5	55
	SP ₁₁	8.5	40
Total		100	635

Con los datos anteriores se procede a calcular los componentes de la fórmula como sigue:

Estrato (SP)	Pi*	Qi*	Ni	$W_i = \frac{N_i}{N}$	$\frac{N_i^2 P_i Q_i}{W_i}$	Ni Pi Qi
1	6.5	93.5	60	0.094	2327.55	3.65
2	5.5	94.5	40	0.063	1320.00	2.08
3	8.5	91.5	60	0.094	2778.62	4.67
4	3.5	96.5	19	0.030	406.43	0.65
5	20.0	80.0	160	0.252	16253.97	25.60
6	18.0	82.0	75	0.118	7036.02	11.07
7	3.5	96.5	5	0.008	105.55	0.17
8	6.5	93.5	63	0.099	2436.52	3.83
9	11.0	89.0	58	0.091	3619.07	5.68
10	8.5	91.5	55	0.087	2704.25	4.28
11	8.5	91.5	<u>40</u>	<u>0.063</u>	<u>1975.24</u>	<u>3.11</u>
			$\Sigma N_i = 635$	1.00	$\Sigma = 41163.22$	$\Sigma = 64.77$

* Los cálculos se hacen porcentualmente 6.5% = 0.065, etc.

$$n \geq \frac{41163.22}{\frac{635^2}{1.96} + \frac{0.05^2}{1.96}} = 126 \text{ encuestas}$$

Sería necesario hacer un total de 126 encuestas en los 11 sistemas de producción.

El paso siguiente consiste en determinar el número de encuestas que correspondería a cada estrato o sistema de producción. Dicho número, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$n_i \geq \frac{N_i \sqrt{P_i Q_i}}{\sum N_i \sqrt{P_i Q_i}} n$$

Para el efecto se tiene:

Estrato (SP)	$N_i \sqrt{P_i Q_i}$	n_i
1	14.79	9
2	9.12	6
3	16.73	11
4	3.49	2
5	64.00	41
6	28.81	18
7	0.92	1
8	14.68	9
9	18.15	11
10	15.34	10
11	<u>11.15</u>	<u>8</u>
	$\Sigma = 197.18$	126

De lo anterior se deduce que el tamaño de la muestra es proporcional a la magnitud de cada estrato y por éso se denomina con afijación proporcional.

1.4 Autodiagnóstico o Diagnóstico Participativo

Cuando se desee concretar un problema a nivel de un grupo de usuarios en un frente de trabajo se puede utilizar este instrumento, con el cual se busca la participación plena y activa del grupo en la definición y análisis de la realidad tecnológica de sus parcelas, de los problemas tecnológicos prioritarios y las posibles soluciones.

En la realización de este diagnóstico, se recomienda llevar a cabo las siguientes etapas:

- Introducción
- Motivación
- Discusión de los aspectos tecnológicos
- Resumen del anotador
- Informe técnico
- Receso
- Trabajo en grupos
- Determinación del caso prioritario.

Para mayor conocimiento de este instrumento-método, se recomienda el documento "Diagnóstico Participativo". Informe Técnico.

1.5 Recomendación Tecnológica

Del manejo de la información obtenida en I.S.P. y T.L.P. se logra la conformación de recomendaciones ajustadas a las condiciones locales en que operan los pequeños productores.

Ante la necesidad de responder a las demandas de transferencia expuestas por los productores al identificar su problemática tecnológica, se plantea la estructuración de recomendaciones tecnológicas que solucionen parcialmente la problemática mientras el proceso de Ajuste va produciendo soluciones parciales y totales.

Las recomendaciones tecnológicas resultan del cruce de información entre la tecnología local de producción y la información científica disponible, tanto del ICA como de otras entidades del sector. Está integrada por los siguientes componentes:

- Tecnología tradicional del productor.
- Tecnología modificada, compuesta por elementos tecnológicos que deben suprimirse o cambiarse, ya sea en su expresión, cantidad, oportunidad y frecuencia como resultado de su comportamiento poco eficiente dentro de la función de producción.
- Tecnología adicionada o agregada, constituida por elementos que no han estado a disposición de los productores y que debido a su eficacia comprobada, pueden adicionarse a las anteriores.

En primera instancia, ésto es lo que origina las recomendaciones en primera aproximación, las cuales se van ajustando en el tiempo con los resultados provenientes de investigación y ajuste tecnológico para obtener posteriormente, recomendaciones sucesivas adecuadas a las condiciones socioeconómicas de la región.

1.6 Ajuste Tecnológico o Investigación Adaptiva en Fincas

No toda la investigación procedente de los Centros Regionales de Investigación es directamente aplicable por los productores, especialmente por aspectos tales como: clima, suelo y manejo. En algunos casos ciertos productores pueden tener los dos primeros factores más no el manejo. Es por ello que se hace necesario adecuar la tecnología procedente de los Centros a las condiciones del agricultor.

El objetivo inmediato del proceso descrito, es tratar de conjugar los problemas tecnológicos observados por el técnico y sentidos por el agricultor pero bajo el enfoque del sistema local de producción agrícola, con el objeto de que sean resueltos por investigación básica en los Centros Experimentales o por investigación adaptativa o Ajuste Tecnológico directamente en fincas de agricultores.

El Ajuste Tecnológico debe considerarse como un proceso y en consecuencia, está conformado por fases, sin que obligatoriamente se tenga que pasar por todas antes de llegar al productor.

1.7 Fases del Proceso de Ajuste Tecnológico

El Ajuste Tecnológico estará integrado por todas las fases intermedias que podrían darse entre el Centro Experimental y el productor y viceversa y el número de las mismas dependería de la representatividad del Centro respecto al área de influencia y de la variabilidad entre sitios de los factores modificables e inmodificables que se quieren incluir en la nueva recomendación y de la problemática tecnológica a resolver.

El número exacto de Fases que hay que cumplir antes de transferir tecnología, no podría darse, lo que si es claro es que, hay algunas fases que están más cerca de la investigación básica, y otras que están más cerca del productor. En ese mismo orden, podría plantearse el grado de complejidad de los ensayos de ajuste, es decir, que entre más se acerque al productor deben ser más simples y más fácilmente diferenciables por el agricultor.

Las fases intermedias antes de transferir tecnología, dependen de muchos factores, entre otros:

- Del potencial productivo de la T.L.P. del productor.
- De la presencia de Centros de Investigación Nacionales e Internacionales en el área de influencia.
- De la representatividad del Centro de Investigación respecto al área de trabajo en aspectos de clima, suelos y manejo.
- De la posibilidad de utilizar resultados de otras áreas con caracte-

rísticas similares (extrapolación de resultados).

- Del tipo de cultivos para los cuales se necesita el ajuste (hay algunas que debido a la complejidad en la toma de datos, requieren áreas grandes y donde no son prácticos los ensayos con un gran número de tratamientos, por ejemplo, el caso de la caña panelera en zonas de ladera).

Como puntos de referencia se presentan tres fases intermedias que son objeto del ajuste y que pueden caracterizarse por los siguientes aspectos:

1.7.1 Fase 0 (o etapa de exploración)

Donde el número de factores es grande y el número de niveles es bajo (2^x). Esta situación ocurre en zonas nuevas y sistemas de producción desconocidos.

1.7.2 Fase 1 (cercana a investigación en Centros)

Cuando ya se conocen los parámetros de respuestas en la fase cero, se entra a la fase 1, la cual se caracteriza por:

- Mayor número de tratamientos (generalmente entre 10-15 para fertilizantes y 6-7 para variedades).
- Mayor número de repeticiones por sitio (generalmente 3).
- Menor área de parcela (generalmente 20 mts² por tratamiento).

- Generalmente se maneja bajo un solo proyecto (suelos, variedades, etc).
- El número de sitios depende de la variabilidad regional.
- Las parcelas no son apropiadas para transferencia de tecnología.
- Dependiendo de la problemática a resolver, es necesario utilizar diferentes diseños de tratamientos: factoriales incompletos (matrices Plan Puebla factoriales completos (3x3; 3x3x2; 3x4; 4x4), (multifactoriales generalmente con tres niveles mínimos).
- El agricultor participa en menor proporción.
- Los diseños experimentales en el campo generalmente son en bloques al azar o parcelas divididas.

1.7.3 Fase 2 (cerca al productor)

Cuando se tiene caracterizada la zona por la interacción de las variables de manejo y las variables inmodificables y se observa cierta estabilidad en los resultados obtenidos a través del tiempo, se pasa a la fase final, la cual se caracteriza por:

- Menor número de tratamientos (generalmente entre 4-6).
- Menor número de repeticiones por sitios (generalmente 1), pero mayor número de sitios.
- Diseño de tratamientos simples.
- Generalmente se manejan en combinación con diferentes disciplinas, por ejemplo (variedades x fertilización x control de malezas).
- Mayor área de parcela (dependiendo del cultivo y costo).

- Pueden ser utilizados con algunas restricciones para transferencia de tecnología ya que en algunos casos cada tratamiento puede considerarse como una opción de producción.
- Generalmente, se puede incluir la recomendación que tenga el Distrito sobre las variables a evaluar.
- Debe existir una mayor participación del agricultor en el manejo del ensayo.
- Por lo general, se utilizan diseños de más uno o menos uno, 2x2, 3x2, 4x2 (unifactoriales, bifactoriales o multifactoriales generalmente con dos niveles).

Dentro de este rango pueden darse Fases intermedias, sin que lo anterior quiera decir que en todos los casos se deban cumplir en su totalidad y que la una sea obligatoriamente prerequisite de otra, ya que es posible hacerlo simultáneamente. Esta etapa correspondería a la Fase de validación o verificación que utilizan otras instituciones.

Un esquema del proceso de Ajuste Tecnológico descrito hasta el momento, se observa en la Figura 1.

El proceso se puede hacer individualmente por cada tipo de proyecto definido en el Manual No. 17, es decir, considerando cada disciplina por separado, lo cual generalmente no es lo más recomendable o en forma multidisciplinaria.

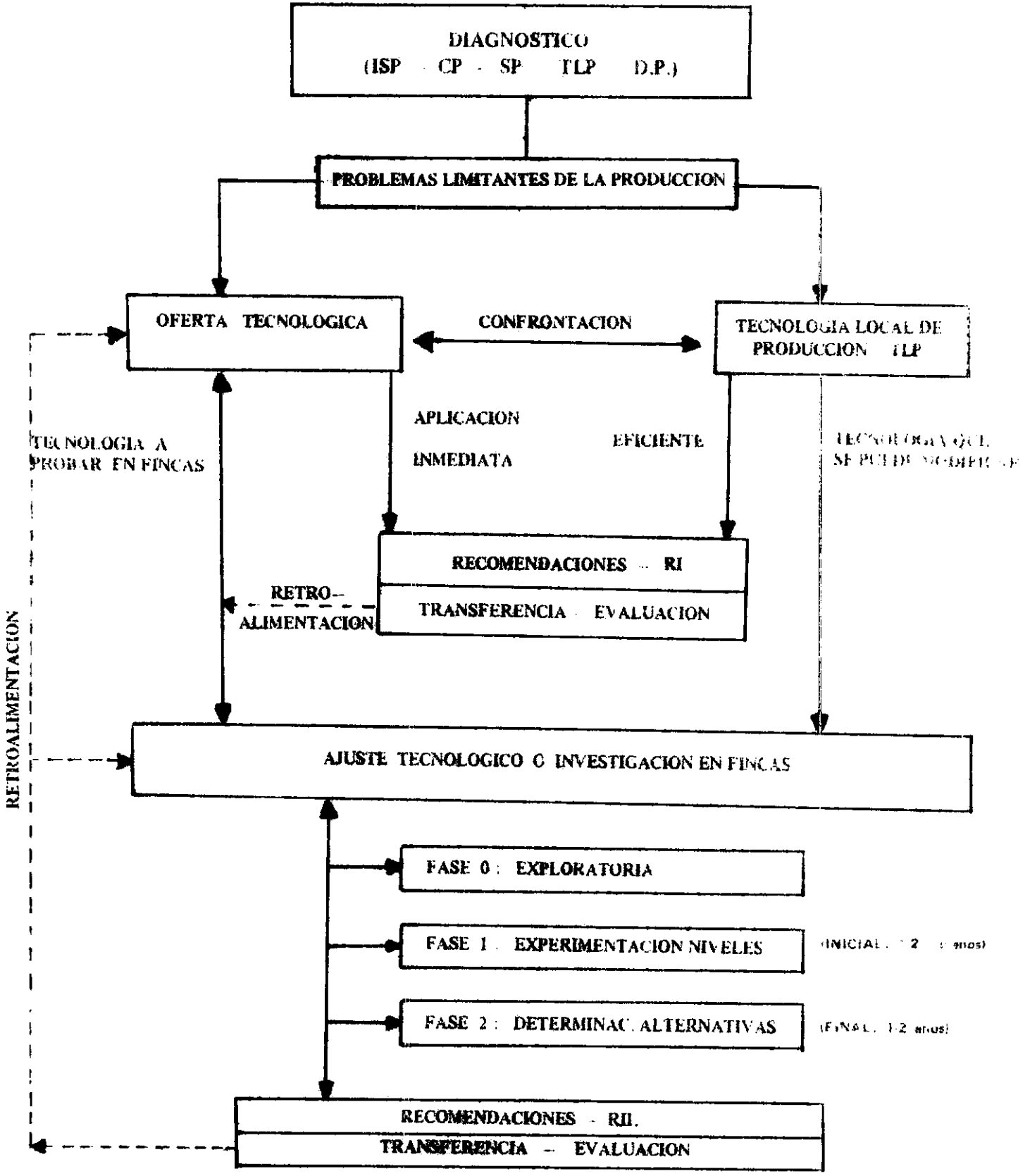


FIGURA 1. ESQUEMA DEL PROCESO DE AJUSTE TECNOLÓGICO.

2. PROGRAMACION

En esta etapa del proceso de Ajuste Tecnológico, se consideran aspectos tan importantes como:

2.1 Definición de Problemas Específicos

Se mencionó anteriormente que del cruce de información tanto de la tecnología Local como de la oferta tecnológica, se espera obtener limitantes de la producción que no tienen solución aparente. Se dijo igualmente que algunos de esos problemas pueden ser objeto de investigación en Centros Experimentales y otros que serán objeto de estudio directamente en fincas de agricultores.

En el Manual Administrativo No. 17, "Guía para la Preparación y Tramitación de Proyectos de Ajuste Tecnológico", se clasifican los problemas tecnológicos para que sean resueltos básicamente bajo cinco proyectos generales así:

2.1.1 Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos

Comprende todos los ensayos, en sus diferentes tipos y tratamientos, que tienden a establecer la fertilidad química de los suelos del área, determinar la confiabilidad del análisis de suelos como guía para la fertilización de cultivos de cada área de estudio, conocer la respuesta en

rendimiento de los diferentes cultivos a las aplicaciones de fertilizantes mayores y menores, abonos orgánicos y acondicionadores del suelo. Igualmente, observar su comportamiento con respecto a las cantidades aplicadas (dosis o niveles), oportunidad (épocas) y forma de aplicación de los fertilizantes anteriores, abonos y correctivos.

2.1.2 Manejo de suelos y aguas

Comprende todos los ensayos, en sus diferentes tipos y tratamientos, que tienden a establecer la bondad agronómica ya sea en términos de rendimiento o de economía de mano de obra o de insumo, o del mejoramiento y conservación del suelo por medio de una serie de prácticas como encaillados, desyerbas, incorporación de residuos de cosechas, rotación de cultivos, drenajes, aplicaciones de arcilla a suelos de baja densidad aparente y otros afines a tales prácticas de manejo.

2.1.3 Manejo de cultivos

Comprende todos los ensayos, en sus diferentes tipos y tratamientos, que tienden a establecer los aumentos de rendimientos de los cultivos por concepto de sistemas de siembra, asociaciones de cultivos, densidades de población, épocas de siembra, deshoje, podas, sistemas de tutorado, topografía (distribución de las plantas o de las especies en el terreno), uso de herbicidas, sistemas de propagación para especies nuevas o poco conocidas y en general, todas aquellas prácticas que se hacen a

la planta, incluyendo además los estudios de compatibilidad y competencia.

2.1.4 Control Fitosanitario

Comprende todos los ensayos de comprobación tendientes a establecer los aumentos en rendimiento por concepto de la aplicación de insecticidas, fungicidas, productos biológicos y prácticas culturales recomendadas para la protección de las especies cultivadas. El énfasis se hará especialmente en los problemas fitosanitarios más importantes del área. Su principal interés radica en la capacitación técnica de los funcionarios de desarrollo y de los agricultores en el establecimiento de dominios de recomendación. Igualmente, se consideran los estudios de muestreo tendientes a establecer la presencia y grado de incidencia de plagas y enfermedades potenciales que permitan solicitar con eficiencia y claridad los servicios de las Subgerencias de Investigación y Transferencia, y Fomento y Servicios del ICA.

2.1.5 Evaluación del comportamiento de Materiales Genéticos dentro de los Sistemas Locales de Producción

Comprende los ensayos, en sus diferentes tipos y tratamientos, tendientes a mostrar el desempeño de materiales genéticos bajo las condiciones de los sistemas de producción imperantes en la zona. Se trata de identificar las limitantes y cualidades de estos materiales que inciden en

el rendimiento y comportamiento general con respecto a otras especies. Se persigue además, a través de estos ensayos, evaluar las características de resistencia o tolerancia que ofrecen los materiales a condiciones adversas, así como establecer si las nuevas variedades recomendadas, aumentan el promedio general de rendimiento de los agricultores bajo las condiciones del área. Esta actividad dará bases al personal de Desarrollo para solicitar con datos confiables a la Subgerencia de Investigación y Transferencia el retiro de materiales que no se están ajustando a sus condiciones y sugerir la producción de otros, indicando las características deseables.

Si se exigen ciertos requisitos para la presentación del bosquejo del Proyecto, es porque se espera lograr mayor claridad para tomar decisiones con respecto al mismo, a la vez que verificar las bases sobre las cuales se aprobarán y evaluarán éstos, además de otras ventajas que se derivan de su elaboración.

2.2 Definición y Selección de Factores Modificables e Inmodificables

El rendimiento de un arreglo o sistema es una función de los factores de producción: clima, suelo, manejo y planta. Algunos de ellos son tipo inmodificable y como se dijo, son los que definen los conjuntos productivos, por ejemplo, precipitación, temperatura, a.s.n.m., pendiente, profundidad del suelo, textura, estructura, heladas, vientos, entre otros.

Otros, son de tipo modificable tales como: época, dosis, método, fuentes de aplicación de fertilizantes, densidad de población, arreglos topológicos, genotipo.

Factor de diagnóstico de una región agrícola será aquel factor inmodificable que figura en la definición del Conjunto Productivo. Es claro que cuando se inicia la experimentación de campo, se plantean como hipótesis varios factores de diagnóstico, los cuales serán rechazados o no de acuerdo a los resultados de campo. La habilidad del técnico precisamente se encuentra en definir cuáles son los factores y los rangos que se deben seleccionar al iniciar la experimentación ya que de esto depende el número de ensayos que sea necesario establecer para descartar la hipótesis inicial.

Al definir los factores de diagnóstico, es decir, aquellos que hacen que un conjunto sea diferente de otro, no se está dejando por fuera otros factores que inciden en la producción. Su consideración es fundamental, y deben anotarse como características generales y constantes de la zona de trabajo.

Será conveniente analizar por separado las relaciones que existen entre algunos factores inmodificables, ya que muchas veces la selección de uno de ellos conlleva a que otros también se modifiquen favorablemente o desfavorablemente, ejemplo (a.s.n.m. y temperatura; pendiente, forma del terreno y captación de agua; la textura, estructura, la densidad a-

parente y la profundidad del suelo, tiene que ver con la capacidad de almacenamiento de agua).

La selección de los factores inmodificables que definan el Conjunto Productivo (factores de diagnóstico) y la amplitud de los mismos (ámbito agronómico), requiere necesariamente del conocimiento previo de la región en aspectos tales como: cultivos, precipitación, suelos, vientos, heladas, etc, lo cual por lo general, buena parte se consigue mediante revisión bibliográfica, entrevistas con agricultores o por la experiencia de los técnicos que trabajan en la zona.

Debe partirse de la premisa de que los conjuntos productivos no existen en la naturaleza, son artificios creados como metodología de trabajo en investigación de fincas y puede ser tan estrechos o tan amplios de acuerdo a la conveniencia del técnico a los requerimientos del estudio y lo más importante, a la disponibilidad de recursos físicos y económicos.

Por otra parte, dentro de los numerosos factores modificables de la producción, existen algunos que inciden más que otros en los rendimientos finales de los sistemas, por lo cual, será necesario primero efectuar un inventario de los mismos, con base a la tecnología local de producción, y posteriormente priorizar a fin de que sirvan para el diseño de tratamientos del cual se hablará posteriormente.

Uno de los criterios principales de priorización deben ser las necesida-

des sentidas por el productor y adecuadamente interpretadas por los técnicos. Además, es necesario complementar con la información acerca de la problemática tecnológica relacionada con los factores limitantes en la zona de trabajo.

La anterior priorización es conveniente efectuarla, ya que si se considera que la solución se hará mediante ensayos de campo, el manejo de los mismos se dificulta cuando se trabaja con un número excesivo de variables, razón por la cual fundamentalmente debe considerarse como criterios los siguientes:

- Que tenga posibilidades de aceptación con la producción y productividad.
- Que tenga posibilidades de aceptación por comercialización tanto de producto como de los insumos.
- Que sea económicamente factible.
- Que tenga mínimas posibilidades de riesgo por pérdida o menor producción respecto a la tecnología local.
- Que solucione problemas tecnológicos al mayor número de agricultores y/o área.
- Que no demande o suprima recursos que sean limitantes o suficientes en la zona, por ejemplo: herbicidas cuando hay suficiente mano de obra, o uso de maquinaria cuando no hay.
- Un criterio importante en la selección de factores modificables, es tomar aquellos que se considere varían entre un sitio y otro y que interaccionan con los factores inmodificables.

2.3 Selección de Espacios de Exploración

En algunos de los factores modificables, conviene fijar rangos de estudio en donde se espera se encuentre la recomendación óptima económica del agricultor, tal es el caso de dosis de fertilizantes, épocas de aplicación, distancias de siembra, dosis de pesticidas, etc, en cambio, otros no lo permiten como cuando se trabaja con evaluación de variedades o arreglos topológicos.

Para definir el espacio de exploración es necesario tener en cuenta algunos criterios técnicos o de simple lógica:

- Cuando se conoce algún tipo de respuesta, no sería prudente incluir en el nivel mínimo el cero (0), ya que este nivel tendría un gran riesgo de pérdida económica o en tiempo en las combinaciones de tratamientos donde se encuentre. En casos especiales y como excepción, se incluyen para algún modelo de análisis económico o de calibración de métodos pero en lo posible no deberían trabajarse en fincas de agricultores.
- Tampoco sería prudente incluir niveles excesivamente altos que desde su planeación indiquen que no son económicos, por el alto costo de los mismos, cuando el precio del producto es bajo o muy arriesgado. Distancias de siembra muy amplias cuando no hay otro objetivo de aprovechamiento de la tierra sería lógico o distancias tan cortas en cultivos de alta competencia y con limitantes de precipitación.
- Debe considerarse en la selección de niveles de pesticidas la expe-

riencia del agricultor y el mismo sistema de producción, ya que un nivel alto puede afectar el uso posterior del productor, de la tierra o del equilibrio biológico.

2.4 Procedimiento Estadístico

BIBLIOTECA AUTÓNOMA
DE COLOMBIA

2.4.1 Funciones de producción

Una función de producción es una expresión matemática que describe la relación existente entre los insumos utilizados y el producto obtenido. Es decir, describe en qué forma la cantidad de un producto depende de las cantidades de insumos utilizados (Bishop, C.E. y N.D. Tonssaint, 1970).

Si la producción de un cultivo se considera como el resultado final de las transformaciones de los factores involucrados en tal proceso, esta producción puede ser expresada como una ecuación de la forma. (Heady y Dillon, 1969).

$$Y = (X_1, X_2, X_3, \dots, X_g/X_g + 1, \dots, X_h/X_h + 1, \dots, X_k) + E$$

Donde $X_1 - \dots - X_g$ representa las variables estudiadas como diferentes dosis de un fertilizante, densidad, etc. $X_g + 1 - \dots - X_h$ representan los factores que permanecen constantes, como prácticas culturales, densidad de plantas constantes, etc.

$X_{h+1} - - - X_k$ representan los valores no contables por el productor como precipitación, profundidad del suelo, vientos, heladas.

E es el factor de corrección.

2.4.2 Modelos Matemáticos

Es importante conocer también el tipo de modelo bajo el cual se van a tratar las relaciones entre el rendimiento y los factores de producción de estudios.

Existen dos modelos con los cuales se pueden explicar estas relaciones: el modelo continuo que acepta la existencia de una ley natural continua entre la variable dependiente y las variables independientes en estudio como consecuencia de la continuidad viene la interpolación, bajo este modelo, se trata de conocer la tendencia de la función con el menor sesgo y varianza.

El modelo discreto es aquel que no intenta hacer ninguna predicción con respecto a los puntos no estudiados. Aquí el problema es minimizar la varianza.

Los dos modelos permiten seleccionar dos alternativas para efectuar recomendaciones; en el modelo discreto se podrá seleccionar de los tratamientos estudiados, el que resulte mejor, sin tratar de buscar un punto intermedio que posiblemente lleve a una recomendación de mayores ingre-

sos: En el modelo continuo se podrá hacer inferencias sobre puntos no estudiados y lograr recomendaciones más precisas.

Una aplicación práctica de lo anterior ocurre cuando se analizan los resultados del Ajuste Tecnológico a nivel de oficina con base a promedios y gráficos de puntos estudiados y el que se espera una vez obtenidos los datos de regresión procedentes de Biometría.

En el modelo continuo, el principio utilizado es la selección de tratamientos para proyectar investigaciones con un número mínimo de tratamientos que proporcionan información económica y confiable, teniendo en cuenta que los costos del establecimiento y desarrollo de un experimento están relacionados con el número de tratamientos y repeticiones.

Una forma de simular a la ley natural es a través de modelos matemáticos. En la literatura se encuentra que varios investigadores han propuesto ciertas formas matemáticas para aproximarse a ley natural; algunas de ellas son la Cobb-Douglas, el modelo de Spillman, el de Mitscherlich y los modelos polinomiales de diferente grado, dentro de los cuales se podrían utilizar el cuadrático, el de raíz cuadrada o una combinación de éstas.

Los modelos aproximados Cobb-Douglas y Mitscherlich, son de uso limitado debido a que no dan lugar a que se presenten rendimientos decrecientes.

Las formas polinimiales que se usan más frecuentemente son la ecuación cuadrática y el de la raíz cuadrada. En estudios comparativos de la eficiencia de los dos modelos, la ecuación de raíz cuadrada ha sido igual o superior a la ecuación cuadrática, sin embargo, esta última sigue siendo preferida por la mayoría de los investigadores posiblemente porque los cálculos son más sencillos y se han desarrollado varios diseños de tratamientos especialmente para usarse conjuntamente con el modelo cuadrático.

El modelo matemático no es más que un conjunto de signos, relaciones, números, coeficientes y constantes que se emplean para expresar un fenómeno. La expresión del modelo cuadrático para dos factores estaría representado por la forma:

$$Y = B_0 + B_1N + B_2P B_{11}N^2 + B_{22}P^2 + B_{12}NP$$

en donde B_0 es el intercepto B_1 y B_2 los coeficientes simples de regresión para cada uno de los factores en estudio, y B_{11} y B_{22} los coeficientes de regresión de los efectos cuadráticos y B_{12} el coeficiente de regresión de la interacción.

2.5 Definición de Algunos Términos Utilizados en Estadística

Para facilitar la comprensión de los conceptos que se expondrán al presentar algunas matrices experimentales y diseños estadísticos, a continuación se definen algunos términos que usualmente se utilizan en esta fase de planeación.

2.5.1 Unidad experimental

Es la unidad material a la cual se aplican los tratamientos; ejemplo: una planta o grupo de plantas, una porción de terreno, un animal o grupo de animales.

2.5.2 Variable

Es la medida de alguna característica efectuada sobre una unidad experimental como respuesta a un estímulo o tratamiento; ejemplo: rendimiento, altura de plantas (se obtienen directamente de la unidad experimental), respuestas indirectas como índices, relaciones, etc.

2.5.3 Ensayo o experimento:

Conjunto de unidades experimentales a los cuales se han aplicado los tratamientos de acuerdo a un diseño experimental.

2.5.4 Tratamiento - Entradas

Conjunto de estímulos, procedimientos o materiales cuyos efectos se desean medir o comparar y pueden ser cualitativos o cuantitativos; ejemplo: fertilizantes, variedades, drogas, distancias de siembra, etc.

2.5.5 Factor

Conjunto de tratamientos con una característica común. Ejemplo: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Densidad de Población.

2.5.6 Niveles

Valores o rangos que toma un factor dentro del espacio de exploración seleccionados. Ejemplo: 0 - 5 - 100 kg/ha de N.

2.5.7 Espacios de exploración

Rango existente entre el nivel mínimo y máximo de un factor cuantitativo seleccionado, donde se considera que pueden estar las recomendaciones económicas.

2.5.8 Diseño de tratamientos o matriz experimental

Número y distribución de los tratamientos dentro del espacio de exploración.

2.5.9 Diseño experimental

Forma de asignación de los tratamientos dentro de las unidades experimentales. Ejemplo: bloques al azar, completamente al azar, cuadrado

latino, parcelas divididas, etc.

2.6 Diseño de Tratamientos o Matrices Experimentales

Además del modelo aproximativo y del espacio de exploración seleccionado, la matriz experimental, es otro aspecto importante relacionado con el cálculo de ecuaciones empíricas para predecir el rendimiento tanto para el técnico como el agricultor.

El término de matriz experimental o diseño de tratamiento para el caso que nos ocupa, se definirá como el número y distribución de los tratamientos seleccionados dentro de una área de interés o espacio de exploración previamente definido.

Por otra parte, es necesario recordar que los diseños de tratamientos sólo se utilizan para investigación con algunas de las variables seleccionadas (por ejemplo, dosis de fertilizantes, distancias de siembra, etc) y es más importante insinuar que deben utilizarse sólo con las primeras etapas (cero y uno) del proceso de ajuste ya que en las fases finales puede convertirse en simples comparaciones.

Se han presentado divergencias entre agrónomos y estadísticos respecto al diseño de tratamientos más apropiados en la investigación de algunas variables o factores.

Para el caso que nos ocupa, el de los ensayos de Ajuste de Tecnología y teniendo en cuenta la poca disponibilidad de tierra y el costo para el establecimiento de los mismos, conviene buscar diseños de tratamientos que además de tener respaldo estadístico, contemple las limitantes anotadas.

Entre los diseños de tratamientos que se utilizan con mayor frecuencia se encuentran los factoriales completos, incompletos o aumentados.

2.6.1 Diseños Factoriales Completos

Los tratamientos resultantes provienen de todas las combinaciones posibles de los niveles de los diferentes factores (ver Anexo 1).

Así, para dos variables y tres niveles, tendremos: $3^2 = 9$ tratamientos, para tres variables y tres niveles, tendremos: $3^3 = 27$ tratamientos.

Este método trabaja bien para establecer las relaciones entre los efectos de los diferentes factores, estima los efectos principales así como sus interacciones.

Tiene la desventaja de que al analizar muchas variables y en más de 3 ó 4 niveles, el número de tratamientos se hace tan grande que se vuelve inmanejable para experimentos de campo. Así por ejemplo: 3 variables (N-P-K) y 4 niveles de cada uno, daría $4^3 = 64$ tratamientos. Parcial-

mente puede evitarse este problema por la técnica de la confusión. Tiene un sesgo bastante grande cuando no se trabaja con un mínimo de tres niveles.

2.6.2 Diseños factoriales incompletos para dos variables

.1. Método de Bacón

Conocido también como método del factor único. Consiste en dejar constantes todos los demás factores en un nivel supuestamente óptimo y hacer variar sólo el factor en estudio.

En este método se supone que hay inaditividad, ésto es, que no hay interacciones, además de que está sobrestimado el óptimo económico.

.2. Diseño de Box

El número de tratamientos está dado por la fórmula: $2^n + 2n + 1$. Donde n es el número de variables. Así, para dos variables ($N - P$), el número de tratamientos será: $2^2 + 2 \times 2 + 1 = 9$ tratamientos (Matríz bidimensional).

Su fórmula está compuesta por: 2^n = factorial central; $2n$ son los puntos estrella y 1 es el punto central, supuestamente el óptimo económico.

Sus valores codificados son: -1, -07, 0, +07, +1.

.3. Diseño de Box modificado por Myers

Con el objeto de disminuir el sesgo, Myers codificó los valores de -1 a +1 (los mismos de la Matriz de Box) y utilizó el mismo valor central y propuso desplazar hacia el centro tanto los puntos del factorial como los puntos estrella. El número de tratamientos es igual y sus valores codificados serían: -09, -06, 0, +06, +09.

.4. Diseño San Cristóbal

Es una modificación del Diseño de Box. Parte de un factorial 4×4 , de cuyos puntos solamente se dejan 7: el punto central, los 4 del factorial central y dos de los puntos estrella (los valores codificados positivos) (Ver Anexo 1).

.5. Matriz del cuadrado doble (14 tratamientos)

Fueron diseñados por Tramel en 1957 y se utiliza cuando el espacio de exploración es amplio y conviene utilizar por lo menos cinco niveles de cada factor. Es un degradamiento del factorial 5×5 y se puede observar como un 3×3 (cuadrado exterior) más 2×2 cuadrado interior, más el punto central (ver Anexo 1).

Sus valores codificados para cada factor serían: -1, -0, 5, 0, + 05, + 1.

2.6.3 Cuadrado doble modificado por Escobar

Se utiliza con el objeto de disminuir el sesgo, la modificación consiste en tomar la matriz del cuadrado doble y desplazar sus puntos hacia el centro. Sus valores codificados serían: -0.85, -0.40, 0, +0.40, +0.85.

2.6.4 Matriz del cuadrado triple

Es una degradación del factorial completo 7×7 y se observa como un 3×3 (cuadrado exterior), más 2×2 (intermedio), más 2×2 (interior), permite trabajar con 7 niveles de cada variable. Sus valores codificados serían: -1, -066, -033, 0, +033, +066, + 1.

2.6.5 Cuadrados con prolongaciones (Matrices Plan Puebla: I - II - III)

Son modificaciones de diseños compuestos no centrales. Son realmente factoriales aumentados, contruidos por un factorial 2^k (un cuadrado o un cubo) al cual se le han prolongado las aristas ($2K$), lo cual permite graficar tres puntos a niveles bajos y altos del otro factor, con lo cual se consigue un rápido análisis gráfico, y a nivel de oficina, de

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

Los resultados obtenidos.

Hay tres variaciones de la Matriz Plan Puebla, las cuales difieren por la manera de seleccionar los niveles de que constan, así:

$$\begin{array}{l}
 P P-I : \quad \overline{-1 \quad -0.33 \quad +0.33 \quad +1} \\
 P P-II : \quad \overline{-0.9 \quad -0.3 \quad 0 \quad +0.3 \quad +0.9} \\
 P P-III : \quad \overline{-0.9 \quad -0.4 \quad 0 \quad +0.4 \quad +0.9}
 \end{array}$$

En la Matriz P P-I, ya que no tiene valor central, se tienen 8 tratamientos y para la dos restantes 9 tratamientos (ver Anexo 1).

2.6.6 Diseños factoriales incompletos para tres variables

Cuando se trabaja con tres variables, la forma esquemática de presentar el diseño de tratamientos se convierte en cubos en lugar de cuadrados.

1. Matriz Cúbica de Box y Wilson

Es una matriz compuesta central, cuyo número de tratamientos está dada por $2^k + 2k + 1$, donde k es el número de variables. Se utiliza para el estudio de 5 niveles de un factor por lo cual se considera como un degradamiento de un factorial 5^3 . De acuerdo a la fórmula el número de tratamientos de esta matriz es de 15 y sus valores codificados para cada factor suman: -2, -1, 0, +1, +2 (Anexo 1).

.2. Cubo Doble

El número de tratamientos está dado por la fórmula:

$2 \times 2^k + 1$, donde k = número de variables (3). Se tienen en total 23 tratamientos para cinco niveles de cada factor. Es un degradamiento de un factorial 5^3 .

.3. Cubo Triple

Se usa para estudios de tres factores con siete niveles. Es un degradamiento de un factorial 7^3 . Consta de 31 tratamientos ubicados en la siguiente forma: 8 en el cubo interno, 8 en el cubo intermedio, 8 en el cubo externo, 6 en los puntos centrales de las caras del cubo exterior y un tratamiento central.

.4. Cubos Aristados

Se forman por el cubo central (2^k) y prolongaciones de acuerdo al factor que más interese al investigador. Puede haber de 20, de 12, de 14 tratamientos.

.5. Matrices Plan Puebla

Los valores codificados se presentan en el numeral .7. (cuadrados con prolongaciones), como en este caso tienen 3 variables el número de tra-

tratamientos, de acuerdo a la fórmula $2^k + 2K + 1$, será de 14 y 15 para las matrices P P-I, P P-II y II, respectivamente (ver Anexo 1).

Con este número relativamente bajo de tratamientos, es posible estudiar 3 variables a 4 niveles cada uno.

2.6.7 Algunas recomendaciones sobre el uso de matrices

Se ha mencionado que para juzgar matrices en el campo investigativo, se consideran dos factores: el sesgo y la varianza de los estimadores, sin embargo, no es posible obtener una matriz que satisfaga estas dos condiciones, siempre se presentan casos en los cuales el sesgo es mínimo y la varianza máxima y viceversa.

La varianza se puede disminuir cuando se aumentan el número de repeticiones, razón por la cual es conveniente escoger aquellas que tengan menor sesgo.

Antiguamente, sólo importaba la varianza, de ahí que los puntos del espacio factorial se quedaban en la periferia; en la actualidad, parece que importa más el sesgo y consecuentemente gran parte de los diseños tratan de localizar los puntos hacia el centro, sin embargo, existe un punto a partir del cual el sesgo continúa aumentando.

La Matriz de Box modificada por Myers parece ser la mejor, ya que se en-

cuenta balanceada respecto al sesgo y varianza. Tiene la desventaja de que no se puede dibujar. Se puede utilizar cuando interesa localizar únicamente el óptimo económico y principalmente bajo condiciones de capital ilimitado, también cuando entre los factores estudiados existe interacción positiva o negativa, por ejemplo, gallinaza con N.

El cuadrado doble modificado por Escobar es también muy eficiente en cuanto al sesgo.

Si las facilidades de cálculo en un centro estadístico son demoradas y se requiere de información para planificar un nuevo ciclo, se recomienda el cuadrado o cubo con prolongaciones por su mayor facilidad de interpretación gráfica. Esto además permite superponer los puntos de la ecuación matemática y la real.

Las matrices de cuadrado y cubo con aristas están comprometidas en que las interacciones sean positivas, lo cual es cierto cuando se trabaja con varios factores modificables que limiten el rendimiento y cuando el espacio exploratorio escogido es bueno. Sin embargo, cuando existen otros factores que limiten el rendimiento (por ejemplo: N - P y gallinaza), se pueden presentar interacciones negativas, en ése caso no sirve este modelo. Cuando ésto se sospeche se debe utilizar el modelo de Box modificado por Myers.

2.7 Diseños Experimentales

Se refiere a la forma como se agrupan o se asignan los tratamientos en el campo o en el laboratorio.

Entre los diseños más importantes, se encuentran: el completamente al azar, bloques al azar, bloques incompletos al azar, cuadrado latino, parcelas divididas, parcelas subdivididas.

Para ensayos en campo y con mayor razón en fincas de agricultores, donde es evidente algún grado de variabilidad, se utilizan los bloques completos o incompletos al azar y las parcelas divididas o subdivididas.

2.7.1 Bloques completamente al azar

Posiblemente uno de los diseños más adecuados, cuando se trabaja en condiciones de campo debido a la variabilidad que puede presentarse, razón por la cual se resumen algunas de las características e interpretación.

.1. Características

El material experimental se divide en grupos, cada uno de los cuales constituye una repetición o bloque. Esta agrupación permite que todos los tratamientos se encuentran en condiciones tan homogéneas como sea posible. De ahí que en zonas pendientes el bloque debe orientarse con-

trario a la pendiente y en zonas planas, el grupo compacto de tratamientos debe ser aproximadamente tan cuadrado como sea posible. Durante la ejecución del experimento, todas las unidades de un bloque deben ser tratadas tan uniformemente como sea posible.

.2. Ventajas

- a. La agrupación permite resultados más exactos que cuando se usan diseños completamente al azar, en el supuesto caso que exista variabilidad en algún sentido.
- b. Puede trabajarse con cualquier número de tratamientos y repeticiones. Cada tratamiento tendrá el mismo número de repeticiones.
- c. El análisis estadístico es relativamente fácil. La omisión de un grupo completo o de todos los datos de uno o más tratamientos no impiden su análisis. Cuando faltan los datos de algunas unidades separadas, el método de Yates permite que los datos disponibles se utilicen completamente.

.3. Desventajas

No es adecuado para un elevado número de tratamientos (más de 50), ya que aumenta la variabilidad dentro del bloque.

- No es muy aconsejable cuando existe alta variabilidad en el material experimental.
- Si no existe variabilidad entre bloques no hay ninguna ventaja, y más bien puede ser perjudicial por la disminución de los grados de libertad.

2.7.2 Parcelas divididas

Involucra la asignación de tratamientos de un factor a parcelas principales dispuestas en un diseño completamente aleatorio. Los tratamientos de un segundo factor se asignan a subparcelas dentro de cada parcela principal.

En este diseño se sacrifica la precisión del factor colocado en las parcelas principales, pero se aumenta la precisión del factor considerado en las subparcelas, lo mismo que sus interacciones. De ahí que, es conveniente decidir cuál es factor que menos interesa para colocarlo en las parcelas principales.

Este diseño se emplea en experimentos factoriales, en los que la naturaleza del material experimental o las operaciones contempladas dificultan el manejo de todas las combinaciones de factores en una misma forma.

En cada localidad se puede hacer una replicación con lo cual se puede detectar diferencias entre localidades y otras interacciones.

2.8 Elaboración del Plan Distrital de Ajuste

El Plan Distrital de Ajuste, será la ordenación y programación de los ensayos agrícolas en el tiempo y en el espacio para cada uno de los arreglos prioritarios en la región. Es evidente que aunque se tenga un objetivo general a largo plazo, las metas programadas deben hacerse preferencialmente a corto y mediano plazo.

Es necesario tener en cuenta algunas observaciones al respecto:

- Aunque el Plan Distrital supone un área determinada, las consideraciones que se hagan del mismo, dependerán del grado de homogeneidad de las condiciones agroeconómicas predominantes en la zona. Es necesario recordar que, lo que se pretende con el Plan de Ajuste, es generar recomendaciones para pequeños productores, los cuales se encuentran limitados a ciertas características actualmente inmodificables por el ICA (disponibilidad de tierra, disponibilidades y posibilidades de riego y mano de obra, pendiente, actitud frente al riesgo, etc).
- La no consideración de la premisa anterior, salvo casos muy excepcionales, puede conducir a errores tales como: elaborar planes de ajuste de tecnología con cultivos que requieren riego intensivo cuando no existe esta posibilidad.
- Aún, suponiendo que es necesario plantear alternativas más rentables, éstas deben plantearse con cultivos o arreglos que se adapten a las condiciones generales de la zona. Algo que no se adapte a es-

te criterio posiblemente será objeto de investigación básica a nivel de Estación Experimental.

- La elaboración de Planes ambiciosos de Ajuste de Tecnología que por limitaciones de tiempo de los funcionarios, de capacitación de los mismos o de posibilidades de análisis no cumplen con los objetivos propuestos, de obtener recomendaciones válidas a corto plazo y de amplia respuesta por parte de los agricultores.
- Mala priorización de arreglos y problemas a resolver de acuerdo a ciertos criterios, como: objetivos del ICA, bajo costo de la recomendación, factibilidad a corto plazo, posible respuesta de los agricultores, porcentaje de incremento en rendimiento y rentabilidad si las prácticas objeto del ajuste se llegan a adoptar.

2.9 Elaboración de Proyectos Específicos

Aunque en el Manual Administrativo No. 17, "Guía para la Preparación y Tramitación de Proyectos de Ajuste Tecnológico", se discuten ampliamente cada uno de los componentes de un proyecto específico (Tabla 1); para objeto del presente trabajo se efectúan algunas consideraciones de tipo general que es necesario tener en cuenta:

- Las hipótesis deben ser convenientemente claras, ya que son las que definen la orientación que se va a dar al experimento y son las que se plantean como solución a los problemas encontrados en la producción. Los supuestos por su parte, deben seleccionar variables que se van a dejar constantes y que se supone corresponden a la tecnolo-

gía eficiente del productor.

- Es muy común que se seleccionen mal las variables que se van a estudiar, ésto se refiere a aquellas que no son prioritarias, o aquellas que demandan determinado recurso (tierra, capital, trabajo), cuando éste es escaso en la región o aquellas que por necesitar alto grado de especialización deben estudiarse a nivel de Estación Experimental.
- Selección de espacios de exploración, tan estrechos o tan amplios, en los cuales posiblemente o se deja el sector de óptimos económicos o se pierde información intermedia.
Mala selección de tratamientos que impiden la comparación de los mismos y pueden inducir a errores estadísticos y económicos.
- Desconocimiento de las interacciones entre las variables a estudiar, ejemplo: densidades de población, necesidades de fertilizantes, disponibilidad de agua y aprovechamiento de nutrientes.

3. EJECUCION

El éxito o el fracaso en Ajuste Tecnológico, no solamente lo constituye la buena planeación de los ensayos, sino también la correcta ejecución de los mismos. Existen algunas normas, en algunos casos elementales, que pueden darse para el desarrollo de los proyectos, con el fin de llegar a obtener los objetivos propuestos inicialmente (ver Anexo 2).

3.1 Preparación de Materiales

El suministro oportuno y suficiente de los insumos, herramientas y semillas necesarias, es una condición fundamental para el logro de los resultados que se esperan.

No obstante previamente se deben tener listos el proyecto, seleccionados los lotes, en lo posible, trazados con anticipación, así como los cálculos de insumos por parcela individual y total y lo más importante el plano de siembra, diseñado primero a nivel de oficina y posteriormente el plano definitivo de campo con su respectiva orientación.

3.2 Criterios Generales para la Selección de Sitios Experimentales y Agricultores Colaboradores

Las fincas escogidas para el establecimiento de ensayos de Ajuste Tecnológico, deben poseer algunas características tales como: representatividad del Conjunto Productivo, de los agricultores y del tipo de manejo para los cuales se quiere generar la recomendación:

- En lo posible con buenas facilidades de acceso.
- Que se encuentren ubicados en sitios donde sean visibles para el mayor número de agricultores.
- Deben seleccionarse, de manera que la totalidad del área del campo, por lo menos aparentemente, se encuentre en igualdad de condiciones tanto en grado de pendiente, cultivo y fertilización anterior, apli-

cación de correctivos, preparación de suelos, posibilidades de inundación o encharcamientos, etc.

- No es conveniente que quede demasiado cerca a la casa por el posible daño de animales domésticos, o tan lejos de ella que el productor no pueda supervisar su cultivo.
- Se recomienda que el lote en lo posible quede ubicado dentro de su cultivo comercial para que esté influenciado de todas las labores que corresponden a su tecnología local. El hecho de ubicarlos en los extremos generalmente implican mayores posibilidades de daños por animales, robos y en algunos casos, efectos de árboles utilizados en cercas. (Efecto de sombra).

Respecto a los agricultores, es necesario seleccionar aquellos que tengan tendencias a probar nuevas opciones en su finca. Es común encontrar agricultores que por sí mismos efectúan sus pruebas en forma empírica, ésto es una buena guía para su selección.

Es conveniente en algunos casos utilizar referencias de los mismos productores, con el objeto de no caer en agricultores que por alguna circunstancia limite la visita de otros al ensayo.

Aunque no es estrictamente necesario que tenga liderazgo de algún tipo, si existe esta posibilidad debe aprovecharse y sería muy benéfico para las fases finales del ajuste. Cuando se puede hacer transferencia se debe escoger agricultores en lo posible propietarios, que posean una ex-

tensión que no sea tan pequeña, de tal manera que el ensayo no ocupe más allá del 20% del área total aprovechable.

Finalmente, la palabra colaboradores no sólo se refiere al hecho de prestar el lote, sino que esté dispuesto y sea receptivo para efectuar las labores de manejo del ensayo previa autorización de los técnicos responsables.

De todas maneras, es conveniente una vez conocido el Plan de Ajuste y determinado el número de ensayos, elaborar un listado de posibles usuarios, visitarlos y descartar algunos cuando sea necesario.

3.3 Establecimiento y Manejo de Ensayos

Aunque muchos de los criterios dados en la selección de lotes y agricultores son válidos para esta parte, se mencionan otros más específicos para que sirvan de guía a los técnicos que ejecutan esta labor, tales como:

- Establecimiento de algunos tratamientos en "parches" que tengan condiciones diferentes al resto del experimento. Ejemplo: residuos de quemas, aplicaciones localizadas de cal o abonos.
- Para reducir al mínimo el error experimental y evitar que éste enmascare el efecto de los tratamientos, es conveniente que todo el experimento se maneje en igualdad de circunstancias (salvo las variables que se están estudiando). Más aún, es necesario que algu-

nas labores se realicen siempre por el mismo personal para un determinado bloque, ésto es que la posible deficiencia humana para una cierta práctica sea común para todos los tratamientos.

- Todos los tratamientos deben tener condiciones similares de pendiente, fertilidad, etc.
- Aún, con la buena selección del lote, es probable que existan condiciones no previstas que afecten parte del experimento. En estos casos es preferible dar como perdida determinada parcela y no incluirla para análisis estadístico o económico, ya que ésto puede ser fuente de grandes errores.
- Durante la ejecución del experimento, todas las unidades de un mismo bloque deben ser tratadas tan uniformemente como sea posible; ésto es, que cualquier cambio en una técnica u otra condición que puede afectar los resultados debe hacerse en todo el bloque.

Ejemplo:

- Si se va a aplicar un pesticida, se debe procurar hacerlo el mismo día para todas las unidades de un bloque.
- Si se necesita la intervención de ayudantes de técnico, obreros o agricultores para que realicen una labor, debe procurarse que cada persona se encargue de todas las unidades de un bloque.
- Es necesario efectuar una aleatorización o sorteo diferente para cada bloque y para cada experimento.
- Cuando se observa que existe variación en algún sentido, para disminuir el error experimental, es necesario que todos los tratamientos se ubiquen de manera que todos se encuentren afectados por ese tipo

de variabilidad. En estos casos, el diseño de bloques al azar, posiblemente sea el más adecuado y los bloques deben distribuirse de manera que queden en dirección contraria a la dirección de la variabilidad.

- Los ensayos deben tener una precisión adecuada, que permita detectar las diferencias entre tratamientos cuando realmente existen.
- El material experimental, los cultivos y variedades en nuestro caso, deben ser representativos de la población sobre la cual deseamos probar los tratamientos. No es lógico que si en la zona no está todavía adaptado un material mejorado, llevemos a cabo un experimento de fertilización con esta variedad.
- Antes de someter los datos de cosecha al análisis estadístico, es conveniente ajustar o corregir los mismos de manera que queden expresados en la misma unidad de superficie, con la misma humedad, en algunos casos a la misma densidad de población (cuando ésta no es variable de estudio), etc.

3.4 Toma de Información en Ensayos de Ajuste de Tecnología

Los solos resultados de rendimiento de un ensayo de campo, son muy poco indicativos de la confiabilidad para una recomendación agronómica, es importante conocer información adicional que permita explicar un determinado rendimiento.

La toma de información en los ensayos de Ajuste de Tecnología es básica

para la interpretación de resultados y debe tomarse para los factores que afectan el rendimiento del cultivo como son los factores controlables e incontrolables de la producción.

A nivel de investigación básica, existen individualmente algunos patrones para las diferentes disciplinas o especialidades, sin embargo, a nivel de desarrollo no existe ningún documento que sirva de ayuda a los técnicos que desarrollan actividades de generación de tecnología.

Se pretende en consecuencia, dar algunas pautas que sirvan de guía, las cuales podrán complementarse de acuerdo a los objetivos específicos que se persigan en los ajustes tecnológicos.

Para una mejor presentación de este tema, se ha dividido en dos partes. En la primera, se presentan los datos generales que deben tomarse a todos los ensayos y en la segunda, se dan algunas instrucciones para toma de datos en varios cultivos de clima frío, medio y cálido.

3.4.1 Información de tipo general

La diversidad de cultivos, regiones, intereses de investigación, objetivos del estudio, etc, impiden dar una guía exacta sobre el tipo de información general a tomar y en los cuales debe asegurarse mayor exactitud.

De lo que si se está seguro, es de que cualquier información que se fue-
re a tomar dentro de un Programa de Ajuste de Tecnología, se debe pla-
near con anterioridad a fin de evitar: errores en la toma de observa-
ciones, inconsistencias de datos, desuniformidad en la calificación o
cuantificación, o vacíos en la información y en la mayoría de los casos
inoportunidad en la fecha en que se hizo la observación.

Inicialmente, se contará con un plan calendario de labores y toma de ob-
servaciones, para todos los ensayos sembrados en cada ciclo productivo
o año agrícola. Una sugerencia puede ser la Tabla 19, en la cual se ini-
cia con la identificación del ensayo asignándole un número o código, los
nombres de: área, municipio, vereda o corregimiento del agricultor par-
ticipante, del cultivo, tipo de ensayos y de las labores comunes que de-
ben realizarse según las exigencias del cultivo.

En la Tabla 20, puede indicarse basada en la tabla anterior y con el
conocimiento agronómico de las fechas aproximadas en que se tomarán las
observaciones que se han definido prioridades para lograr el objetivo
del estudio.

El registro adecuado y organizado, facilitará la toma de información
por varias personas, así como el permitir encontrar esta información rá-
pidamente, además debe concentrarse lo mejor posible agrupándola por en-
sayo, o usar hojas resúmenes como la presentada en la Tabla 21, la cual
incluye además datos de los resultados de análisis de suelos, cultivos

Tabla 20. Calendario para toma de observaciones

No. Exp.	Agricultor	Fechas	Datos a tomar	Indicadores generales y requisitos para toma de datos

anteriores, profundidad del suelo y los resultados de rendimientos obtenidos en la cosecha.

Un libro de campo con cuadros guías diseñados según las informaciones necesarias a tomar son la mejor guía, la mejor ayuda, la mejor seguridad de toma directa de datos de campo y la mejor forma de conservar la información.

Es conveniente llevar una copia de oficina, en la cual se registran los datos con mayor limpieza, claridad en escritura y contenido de la información. La ventaja principal y la más importante es prevenir el fracaso total del trabajo causado por pérdida o extravío del libro original.

Desafortunadamente quienes manejan ensayos de Ajuste de Tecnología, por el mayor número de ensayos que realizan en cada ciclo, por la dispersión de los mismos en las regiones, la diversidad de los tipos de ensayos y de los cultivos, a veces impiden seguir este buen consejo; en su defecto, debe procurarse un mecanismo que permita asegurar la información.

Cuando se maneja gran número de ensayos en fincas de agricultores, debe asegurarse eficiencia y evitar recorridos innecesarios y buscar que la visita al lote de ensayo se facilite. Muchas sugerencias podrían aducirse a este respecto y los mayores experimentos habrán encontrado magníficas alternativas para ellos. Debe tenerse un plano de la región

con la ubicación de los ensayos a lo largo de las vías, quizás indicando distancias o programas de recorrido.

Igualmente, la señalización de lote del ensayo con estacas altas, visibles y un buen croquis del experimento, que señale su orientación especialmente con respecto a puntos fijos. Véase sugerencia de la Figura 2.

Seguidamente, se señalan qué datos conviene registrar en forma general para todo experimento. Algunas de estas variables de estudio pueden no tener interés inmediato, pero servirán para hacer correlaciones con rendimiento de los cultivos cuando se cuenta con un buen número de resultados de campo.

Esta información, así como la consignada en cada visita, capacitará ampliamente al técnico sobre el comportamiento de los diferentes cultivos, variedades y tratamientos en su región. En las hojas de registro de visitas al ensayo, debe narrarse ésto en forma resumida.

En los ensayos de fertilidad de suelos debe incluirse una muestra de suelo compuesta de varios sitios del lote experimental, para su análisis químico y poder establecer en el futuro posibles correlaciones con rendimiento o servirá para caracterizar la zona en términos de fertilidad del suelo. Pueden seguirse las instrucciones generales de la cartilla

CROQUIS DE ENSAYO No. _____ AGRICULTOR _____

Vereda: _____ Municipio: _____ Depto: _____

Cultivos: _____ Variedad: _____

Número de parcelas: 1 a 25

Tamaño parcela: 4 surcos a 1 m ancho y 5 m largo. Matas/surco: _____

Área parcela: 20 m²

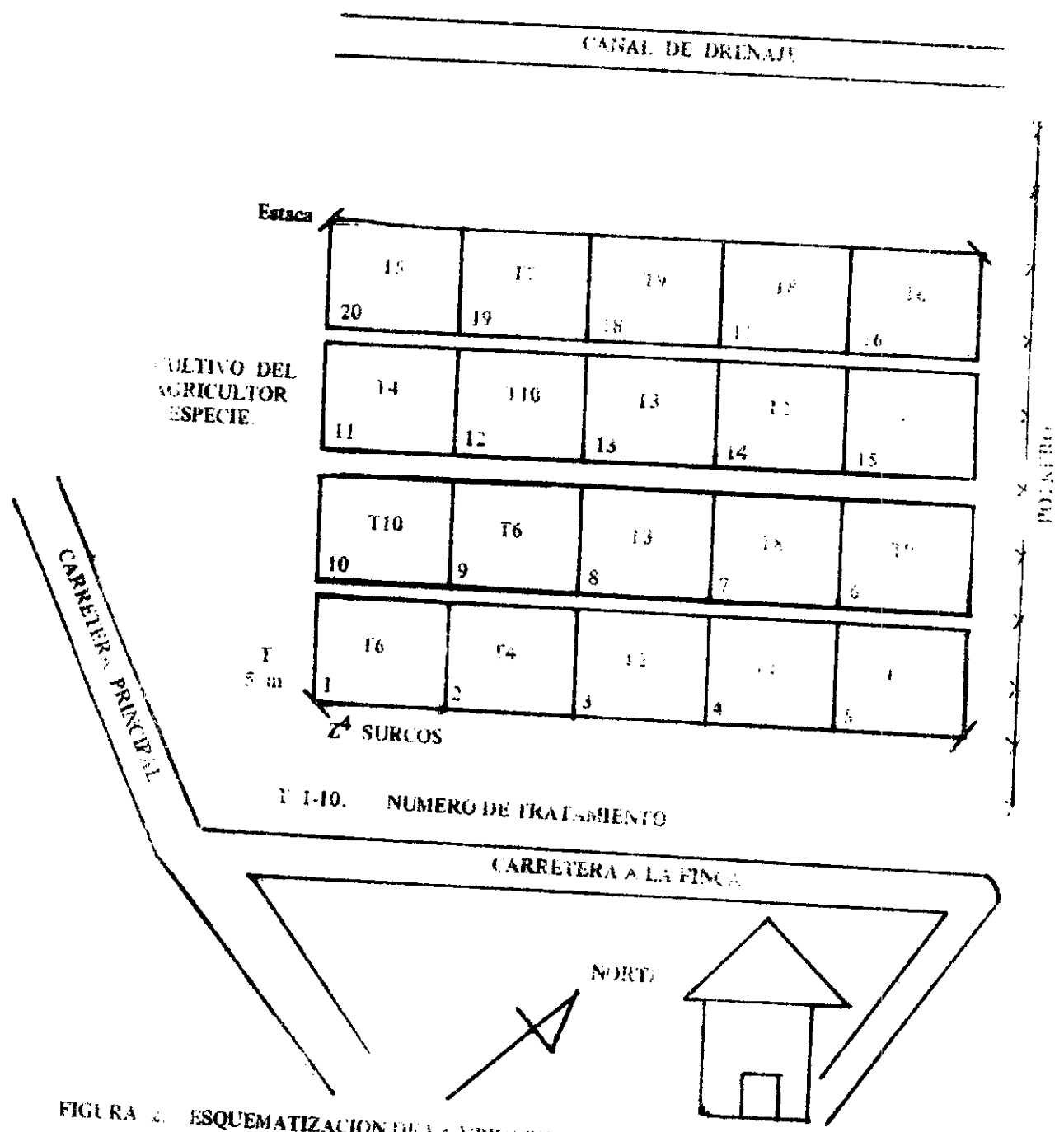


FIGURA 2. ESQUEMATIZACION DE LA UBICACION DE UN ENSAYO DE AJUSTE DE TECNOLOGIA

"Como tomar una buena muestra de suelo" ^{1/}.

Quando en los experimentos de campo, se espera que los factores más limitantes y más correlacionados con rendimiento sean los climáticos, deben diseñarse cuadros de registro que permitan estimar cuantitativamente la incidencia de estos factores. Ejemplo:

- a. Observaciones sobre marchitez, diferentes momentos fenológicos y grado de severidad
- b. Registros de días de lluvias.
- c. Registros sobre excesos de lluvia.
- d. Daños de granizadas.
- e. Cuadros para el registro de volcamiento cuando el área está muy sometida a vientos fuertes.

Como una guía general y de consulta sobre datos a tomar, se relacionan una serie de observaciones que normalmente se registran de los ensayos de campo. El investigador a su nivel seleccionará aquellos de su mayor necesidad acorde con el programa y plan trazados. Estos son:

- Localización: municipio, vereda, nombre del agricultor, altura sobre el nivel del mar (a.s.n.m.), pendiente, profundidad del suelo (capa arable).
- Identificación del ensayo (código), título del ensayo.

^{1/} Tobón C. José Hiriam. 1970. "Como tomar una buena muestra de suelo. ICA Boletín de Divulgación No. 27. División de Investigación.

- Croquis del experimento orientado de acuerdo a una flecha que indique el norte y en el cual se haga referencia a un punto que permanecerá invariable durante el desarrollo del cultivo (casa, árboles, piedras grandes, caminos). El croquis deberá ir identificado con los tratamientos que tiene cada parcela.
- Historia del lote: cultivo anterior, aplicación de fertilizantes y correctivos, rendimientos obtenidos.
- Toma de muestras de suelo (una muestra compuesta por repetición).
- Fecha de: fecha de siembra, de aplicación de pesticidas, de labores culturales (aporques, raleo, resiembra).
- Fecha de: de germinación, macollamiento, floración, madurez fisiológica y cosecha.
- En las visitas periódicas que se efectúen en cada ensayo (por lo general cada 8 - 10 días), debe calificarse el efecto de plagas y/o enfermedades, cuantificando el % de daño y anotando el nombre de la enfermedad o la plaga preferencialmente con su nombre científico. Cada visita debe quedar registrada en el libro de campo.
- Debe cuantificarse en términos de % los daños físicos del cultivo, tales como volcamiento, daño de animales, daños por granizo, heladas, especificando si es general para todo el ensayo o localizada para determinada parcela o repetición.
- Calificar la deficiencia o exceso de agua y la época en la cual se presenta. En algunos casos será necesario interrogar al agricultor sobre cuántos días ha permanecido en ese estado.
- Deficiencia o exceso de agua influyen significativamente en el tipo

de respuestas a los diferentes factores controlables; de ahí que se toman textualmente las anotaciones que efectúan Tobón y Correa en el Boletín Técnico No. 47:

- "La sequía puede notarse por marchitez ligera o pérdida de turgencia de las hojas, cambio de color, hojas decaídas o flácidas. En casos severos enrollamiento de hojas y secamiento de tallos erectos.
- Cuando hay exceso de humedad, se puede presentar mayor incidencia de enfermedades fungosas, clorosis, amarillamiento general de las hojas bajas.

Una apreciación al tacto del estado de humedad del suelo se puede medir así:

0% - equivale a sequía severa o que el suelo está cerca de la marchitez permanente. El suelo en la mano se nota caliente y polvoso hasta los 15 cm de profundidad.

50% - Se nota cierta humedad en los primeros 15 cm pero no escurre agua al comprimirlo con la mano o no la humedece.

100% - Humedece la mano o puede escurrir agua al comprimirlo.

- Cuando se está trabajando en ensayos de fertilización, es necesario medir la respuesta a determinados elementos mediante características externas como altura y color de las plantas, principalmente. No siempre estas diferencias se reflejan en producción pero pueden ser un indicativo para pensar que el elemento comienza a ser limitante. En estos casos las comparaciones deben hacerse en igualdad de condiciones de los otros factores en estudio y en niveles que no sean limitantes para la producción. Así, por ejemplo: para me-

dir respuesta a Nitrógeno se seleccionarán los tratamientos 0 - 50 - 100 kgs/ha de N, a niveles constantes de 50 kgs/ha de fósforo y 40.000 plantas por ha.

A manera de ejemplos, se dan algunas pautas para la toma de datos sobre algunos cultivos importantes en área de minifundio.

3.4.2 Información específica en algunos cultivos

1. Fríjol - Arveja

- Fecha de emergencia. Fecha en la cual han emergido el 95% de las plantas. En el caso de fríjol, los cotiledones se encuentran por encima de la superficie del suelo.
- Fecha de floración. Fecha en la cual el 50% de las plantas presenta por lo menos una flor por planta.
- Fecha de madurez fisiológica. Fecha en la cual el 90% de las vainas han cambiado de color verde a un color intermedio. En esta etapa el llenado de las vainas está prácticamente concluido y es la etapa en la cual se determina el rendimiento final.
- Fecha de madurez de la cosecha. Fecha en la cual el contenido de humedad del fríjol o arveja se encuentra lo suficientemente bajo para su cosecha (15 - 16%). Generalmente ocurre entre 10 y 20 días después de la madurez fisiológica.
- Altura de plantas. Se mide desde la superficie del suelo hasta el

- punto de crecimiento en el tallo principal. Generalmente el valor anotado corresponde a un promedio entre 5 y 10 plantas por parcela.
- El rendimiento desgranado debe tomarse mínimo en áreas entre 6 - 10 m². Menores a estas áreas dan coeficientes de variación muy altos.
 - Los componentes de rendimiento se determinan en algunos experimentos y se efectúa en una muestra más pequeña que la cosechada. Estos datos abarcan: números de plantas/m² (al momento de la cosecha), número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de 100 semillas.
 - Existe otro tipo de datos que se utilizan para estudios más específicos, tales como índice de área foliar, producción de materia seca, tasa de área foliar.

.2. Cebada - Trigo

Los datos que se toman en estos cultivos son en términos generales los mismos, solamente que las diferentes etapas de crecimiento del trigo se corren aproximadamente entre 20 y 30 días en relación a los de la cebada:

- Germinación. En cebada se califica aproximadamente a los diez días después de la siembra (cuando se ha sembrado en suelo húmedo). En esta época se supone que el material está "punteando".
- Macollamiento. Ocurre aproximadamente a los 30 días. Sin embargo, el número de macollas es más fácil medirlo en la época de la cose-

cha.

- Encañado. Fecha del máximo crecimiento de los tallos.
- Embuchamiento. Fecha en la cual el 50% de las espigas se encuentra en este estado.
- Espigamiento: Fecha en la cual el 50% de la población se encuentra en estado lechoso, masoso (pastoso) y grano duro.
- Cosecha. El momento propicio para la cosecha se presenta cuando la espiga ha bastoneado (en cebada aproximadamente ocurre entre 130 - 140 días) o cuando al colocar la uña sobre el grano no deja indicios de presión.
- Altura de plantas. Se toma promedios de plantas cuyo número dependa del tamaño de las parcelas. En los ensayos de fertilización es conveniente tomar este dato cuando se observen diferencias en altura; en otro tipo de experimento es preferible tomarlo al momento de la cosecha. Se toma el dato desde la superficie del suelo hasta el punto de iniciación de la espiga.
- Enfermedades. Esta calificación se cuantifica en porcentaje de acuerdo a la incidencia de la enfermedad (localizada-total). Cuando la infección es total se debe hacer un recorrido en diagonal a través de las parcelas. En este recorrido debe identificarse las enfermedades, preferiblemente con el nombre científico, se anota la época de crecimiento en la cual se presentó la enfermedad y su posible influencia en el rendimiento.
- Plagas. Se debe efectuar un reconocimiento en diagonal, en el cual se debe estimar el porcentaje de hojas infectadas por metro cuadra-

do. Las lecturas deben efectuarse en distintas épocas (macollamiento, encañado, embuchamiento, iniciación del espigamiento) y cuando el material vegetal se encuentre verde.

- Volcamiento. Se debe calificar en dos categorías: volcamiento total e inclinación. Es conveniente anotar las etapas de crecimiento del cultivo. El volcamiento temprano (encañado), no es tan grave por cuanto puede "acodar". Durante el espigamiento y después de que éste produce, se consideran graves por cuanto produce vaneamiento o afecta la maduración del grano.
- Vaneamiento. Se produce por cambios bruscos de la temperatura en la época de floración. Se reconoce cuando empieza a llenar el grano y se presenta como áreas blanquecinas y espigas delgadas y raquí-ticas. Su evaluación en porcentaje puede hacerse en ese momento o al momento de la cosecha y mediante comparación de un área no afectada.
- Los componentes de rendimiento para algunos casos específicos se toma en base a número de macollas por planta (tomar tres submuestras de 10 plantas por parcela de 50 m²), número de granos por espiga, muestreado y peso de 1.000 granos.
- Especies de malezas predominantes y porcentajes de cubrimiento y competencia en relación con el cultivo (esta lectura debe hacerse antes y después de aplicar el herbicida).

.3. Papa

Además de los datos generales que requieren todos los cultivos en papa, es necesario tomar los siguientes:

- Vigor de la planta al tiempo de floración con calificación de 1 a 10, siendo 10 la mayor, la cual se tomaría en base a una parcela que se encuentre en óptimas condiciones de fertilización y sanidad.
- Porcentaje de cubrimiento del suelo al momento de calificar el vigor. Se puede tomar en base a dos surcos por 10 m de largo (sirve como referencia del área foliar).
- Ciclo de vida. Termina cuando el 50% del follaje está amarillo.
- Evaluación por pérdidas causadas por palomilla (*Plithorimaca operculella*) en % de pérdidas causadas en áreas donde es un problema económico.
- Evaluación de gota (*Phytophthora infestans*). Se califica de 0 a 10, los cuales representan el porcentaje estimado de ataque del hongo. (0: sin síntomas, 5: todas las plantas afectadas con la mitad de sus hojas quemadas, 7: cerca de las 7 partes del follaje destruido, predominan el color pardo sobre el verde, 10: todas las hojas muertas, el tallo muerto o seco).
- Evaluación de virus. Se toma en base a 100 plantas de un surco escogido al azar. Posiblemente sea necesario identificar el tipo de virus de acuerdo a las siguientes características:
 - Virus X - Produce principalmente mosaicos.
 - Virus Y - Produce necrosis de venas y observable en el envés de

las hojas.

Virus de enrollamiento - En la papa, especie Andigena, produce ananismo y clorosis. En la papa, especie Tuberosum produce enrollamiento de las hojas bajas.

- Rendimiento por parcelas. Es necesario clasificarlas en tres tamaños:
 - Gruesa (0 - 1a. y 2a.) con peso mayor de 60 gramos.
 - Delgada (3a.) peso entre 20 y 60 gramos.
 - Mura o muy delgada: peso menor de 20 gramos. (Riche en algunas zonas).

.4. Pastos

- Se deben anotar las fechas de corte y abonamiento.
- Floración. Es importante tomar este dato ya que es un indicativo de la oportunidad de corte, el cual debe hacerse cuando la floración se encuentra entre 10 - 30%.
- Al momento de corte es necesario tomar el dato sobre la cobertura del pasto, el cual se hace en base al porcentaje de llenado de espacio.
- Al momento del corte debe ejecutarse la evaluación de peso verde por metro cuadrado, mediante un muestreo de acuerdo al área. Para una hectárea o más se necesitan por lo menos 10 muestras distribuidas al azar. Para parcelas de 100 metros cuadrados se requieren entre 2 - 3 muestras.

- Competencia por malezas. Debe estimarse de acuerdo a la altura y el porcentaje de cubrimiento de las malezas con respecto al pasto. Por lo general, son necesarias tres lecturas: una, 10 días antes de la aplicación del herbicida, otra, tres semanas después y, una final al momento del corte.
- La altura promedio de las plantas se toma desde la superficie del suelo hasta donde se doblan la mayor parte de las hojas.
- Plagas. La Chiza (Ancognatha scarabeoides) y otras especies de tierraños deben observarse en las raíces, debajo del cespedón, ya que la aplicación de insecticidas se hace en la preparación del terreno, las lecturas deben efectuarse al mes después de germinado en base a porcentaje del área afectada. Cuando se presentan parches aislados se califica como leve; pocos parches unidos: moderado y parches amplios: severo.
- Los Afidos (Aphis sp.). Su ataque se califica principalmente en períodos secos y observando el envés de la hoja cuando es leve (parches amarillentos), o ataque severo cuando se presentan parches amplios de color rojizo.
- El Mión de los Pastos (Aneolamia varia), es muy común en pastos de clima medio. Las lecturas deben hacerse en períodos húmedos y en la base de la raíz (espuma). Se presenta por secamiento de la planta en parches. La calificación se hace mediante los tres niveles anotados para la Chiza o Afidos.

.5. Maíz

Existe mucha literatura de toma de datos de maíz, sin embargo, para ensayos de Ajuste Tecnológico se sugieren los siguientes (además de la información de tipo general mencionada en el numeral 2):

- Floración. Anotar la fecha de iniciación de la floración masculina y/o femenina anotando el porcentaje de cada una de ellas.
- Volcamiento. Anotar la época y la severidad del mismo, se sugieren tres categorías:

Severo: cuando existe un número grande de plantas con inclinación mayor de 75 grados respecto a la posición vertical.

Leve : cuando la mayoría de las plantas se encuentran con una inclinación entre 25 y 75 grados respecto a la posición vertical.

Sin volcamiento: cuando las plantas tienen una inclinación menor de 25 grados respecto a la posición vertical.

La lectura de volcamiento debe hacerse antes de los cinco días después de que ocurra el daño y debe repetirse cada vez que reincida el fenómeno.

- Al momento de la cosecha. Se debe anotar el número de matas (sitios), el número de plantas (tallos) y el número de mazorcas. Generalmente, éste se hace en los surcos centrales que corresponden a cada tratamiento.
- En el mismo material, una vez quitada su envoltura o "capacho" es necesario calificar en porcentaje, el daño por plagas, fallas en

polinización o pudriciones.

- De algunas parcelas seleccionadas, se escogen al azar 10 - 15 mazorcas, las cuales mediante un desgranador se sacan dos hileras de granos, se mezclan y se toman aproximadamente 200 granos para análisis de humedad.
- Para obtener el factor de desgranado, es necesario tomar al azar un número determinado de mazorcas obtenidas de los bordes incluyendo muestras de todos los tratamientos y repeticiones, de éstas se vuelven a muestrear 10 mazorcas (con todas las brácteas). Se toma el peso de las mazorcas sin brácteas, en seguida se desgranar las mazorcas para obtener el peso del grano. La relación entre el peso del grano y el peso total siempre es menor que uno y corresponde al factor de desgranado.

.6. Hortalizas

Además de los datos generales, se precisa tomar los siguientes:

- Reconocer los problemas de emergencia y señalar los diferentes métodos de programación que se usó en el experimento, para evitar diferencias de manejo o poderlos agrupar según su característica. Así, por ejemplo: en cebolla de rama que se propaga tanto asexual por medio de propágulos o si es en forma sexual; aunque esta última no se utiliza en Colombia. En el caso de remolacha, la propagación es por semilla sexual pero para siembra se usa en forma directa y de transplante.

- Variaciones en las distancias de siembra o número de plantas por m².
- Época de transplante.
- Época de aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos.
- Comportamiento en varios climas.
- Detenciones del desarrollo por sequías prolongadas.
- Épocas y períodos de recolección de cortes.
- Plagas más limitantes en el área y nivel de incidencia.
- Enfermedades más limitantes en el área y nivel de incidencia.
- Partes de la planta afectadas por la incidencia.
- Necesidades de resiembra y época de las mismas.
- de deformaciones de los productos principalmente en zanahoria y remolacha.
- Tamaño promedio de los productos.
- Sintomatología foliares.

.7. Yuca - Arracacha y Ñame

- Conviene recoger información sobre la distancia de siembra y el sistema de cultivo.
- Variedades usadas.
- Características de la variedad en porte, color y macollamiento.
- Tamaño de los tubérculos y peso promedio de los mismos.
- de anomalías de los tubérculos.
- Duración del período vegetativo.
- Épocas de aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos.

- Respuesta vegetativa como la altura en centímetros, considerada desde la base de la planta a nivel del suelo hasta el extremo del punto de crecimiento o yema terminal.
- Respuesta vegetativa lateral, diámetro promedio del círculo que forma copa.
- Rendimiento en ton/ha.
- Incidencia de plagas y enfermedades; cualitativamente si son leves y cuantitativamente si son severas.
- Fallas de población determinando en lo posible sus causas.
- Duración máxima hasta recolección.

.8. Plátano

Además de los datos generales y de las variables de sitio:

- Identifique cada planta con su tratamiento correspondiente.
- Variedad y época de siembra de colino.
- Recolección de frutos y peso promedio.
- Número de retoños por sitio.
- Epocas de "dehijado".
- Comportamiento del cultivo o variación climática.
- Altura de la planta al corte del racimo (desde la base hasta inserción del racimo).
- Grosor de los tallos en el momento del corte de racimo.
- Duración período vegetativo.
- Fecha de recolección de cada racimo.

- Anormalidades presentadas, describir las -indicar número de racimos afectados-.
- Sistema de siembra usado y distancia de siembra.
- Epocas de control de enfermedades y plagas. Relación de productos.

.9. Caña de Panela

Igual que en casos anteriores, adicionalmente conviene anotar:

- Sistema de siembra y explotación, entresaque o corte parejo.
- Epocas de recolección o de corte.
- Epocas de aplicación de fertilizantes y enmiendas.
- Rendimiento expresados en ton/ha. de caña.

Por lo costoso de usar trapiches para molienda de parcelas individuales, debe recurrirse a utilizar datos aproximados de correlación de rendimiento obtenidos por el programa de la caña panelera.

En el Anexo 3 se presenta una guía de diseño de libro de campo y de datos a tomar en los ensayos de Ajuste de Tecnología.

3.4.3 Toma de datos en la cosecha

De los datos recolectados en el libro de campo, es necesario consolidar la información general más importante que pueda ayudar a interpretar los resultados. Lo anterior no impide que se pueda volver al libro de campo original para rectificar algunos resultados que se consideran du-

dosos o necesitan aclaración.

Los datos generales más importantes serían:

Código del experimento, título del ensayo, municipio, vereda, nombre del agricultor, a.s.n.m., cultivo anterior, fertilización del cultivo anterior, profundidad del suelo, textura, topografía, variedad utilizada (cuando no es variable de estudio), resultados del análisis de suelo, distancias de siembra entre surcos, entre matas, número de plantas por sitio (cuando estos tres últimos no son variables de estudio), fecha de siembra y fecha de cosecha, área útil de cosecha.

A nivel de campo y al momento de la cosecha, lo más común es que se identifiquen las parcelas de 1 hasta n, e individualmente se anotan los datos correspondientes a cada una de ellas. Posteriormente, se complementará la información a nivel de oficina. (Un modelo de formulario de campo en maíz se presenta en la Tabla 22).

En el momento de la cosecha se deben efectuar otras actividades diferentes a las que aparecen en el Anexo 3, tales como muestras para análisis de humedad (por lo menos una muestra compuesta por repetición cuando no hay mucha variación en ésta, o una por variedad y en una sola repetición). En el caso de maíz es necesario tomar al azar varias mazorcas, obtener el % de desgrane. En algunos casos, sobre todo cuando se cosecha en verde, se puede hacer lo mismo para frijol, haba, arveja.

3.4.4 Corrección y tabulación de datos

Con el listado de datos por parcela, se procede a efectuar las correcciones y ajustes del caso para expresar todos los datos en kg/ha y a humedad comercial.

En la Tabla 23, se presenta un modelo de formulario para presentar los datos corregidos por tratamientos, por repetición y promedio por tratamientos.

En el Anexo 4, se presentan algunas fórmulas para obtener factores de corrección por área, humedad, plagas, enfermedades, porcentaje de polinización y desgrane y la fórmula para obtener el valor de una parcela perdida.

Para llenar los datos de la Tabla 23, es necesario tener el plano del sorteo, seleccionar las parcelas que tengan el mismo tratamiento y colocar sus valores corregidos para cada repetición, posteriormente calcular el rendimiento promedio por tratamiento.

En otros casos y con el objeto de visualizar mejor el efecto de tratamientos, así como para facilitar el uso de promedios, se puede distribuir los resultados tal como se presenta en la Tabla 23, este sistema es muy práctico cuando se trabaja con varios factores y dos niveles.

Tabla 23. Presentación de resultados

TITULO DEL ENSAYO _____ LOCALIZACION: MUNICIPIO _____ VEREDA _____

RENDIMIENTO PROMEDIO POR TRATAMIENTO *

Tratamiento Nº	Descripción del Tratamiento	Rendimiento en kg/ha		kg/ha Promedio
		Repetición 1	Repetición 2	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

* Valores corregidos a 15% de H, y aplicados los factores de corrección que se creen convenientes.

3.4.5 Interpretación preliminar de datos a nivel de oficina

Una de las etapas finales de los Justos Tecnológicos es el manejo e interpretación de la información recolectada a nivel de campo, la cual permite básicamente obtener recomendaciones para transferencia de tecnología así como la reorientación de proyectos futuros.

Del manejo adecuado de la misma y de la interpretación integrada de los datos, dependerá indudablemente la validez de las recomendaciones que de ellos se obtengan.

En forma general, el manejo de datos se hace a nivel de oficina o frente de trabajo en base a promedios, gráficos y porcentajes; luego en base a resultados obtenidos del análisis estadístico y posteriormente en base al análisis económico.

Se presentan algunas guías del procedimiento para la ordenación de datos, corrección, presentación de resultados así como la interpretación inicial que se puede dar a nivel de frente de trabajo.

Se ha mencionado que el análisis de resultados pueda ser preliminar a nivel de frente de trabajo y posteriormente estadístico y económico a otro nivel.

En el presente documento, únicamente se explicarán a manera de guía al-

gunos ejemplos de cómo ordenar los datos, obtener algunas tendencias y tomar algunas decisiones a nivel de oficina, antes de tomar el análisis estadístico y económico.

.1. Análisis de Promedios

Los mejores promedios de las repeticiones de una ensayo o los mejores promedios de varios ensayos pueden ser buenos indicativos para seleccionar tratamientos con posibilidades de éxito.

Sin embargo, esos promedios deben ser cuidadosamente analizados y en lo posible de zonas representativas y homogéneas. Cuando ésta no se da así se corre mucho riesgo de decidir una recomendación ya que tendrán mucha variación.

Muchas veces un rendimiento muy bajo de una repetición originado por pérdida parcial o total de la parcela, afecta el promedio, de tal manera que puede inducir a errores de interpretación. De aquí la necesidad de corregir o ajustar previamente los datos, o de efectuar cálculo por parcela perdida cuando sea necesario.

Es conveniente aclarar que un promedio es válido como indicativo muy preliminar, sin embargo, debe correlacionarse con la varianza y con la desviación estandar.

En un experimento que tiene varias repeticiones, el mejor promedio que se escoja posiblemente sea el que menor variación tenga. Pero si se presenta el caso que se está promediando varios experimentos, en el cual las repeticiones son los sitios, el análisis de los promedios, nos puede ser muy útil para separar zonas que normalmente tienen rendimientos altos y otras que tienen rendimientos bajos, volver a promediar estos grupos y obtener recomendaciones más específicas y con menores riesgos.

En ensayos de variedades, el uso de promedios puede ser muy útil, principalmente cuando se analizan diferentes sitios dentro de una área. Valores altos o bajos que se repiten entre sitios nos indican el grado de estabilidad de la variedad a diferentes condiciones y puede ser interesante para definir rangos de adaptación de las variedades.

A manera de ejemplo, se presentan resultados de varios ensayos realizados en Nariño y la interpretación inicial que podría darse antes del análisis estadístico.

En las Tablas 24 y 25, es posible efectuar el siguiente análisis:

- Se puede efectuar en conjunto para los 16 datos, el cálculo de efectos principales respecto a variedad, respecto a fertilización, control de enfermedades y variación en la densidad.
- Se puede efectuar el mismo análisis por cada variedad individual y es posible medir el porcentaje de cambio, lo cual puede ser un indi-

Tabla 24. Rendimiento promedio de frijol en tres fincas

		Var. Limoneño		Var. Bat 1285	
		Sin Control E	Con Control E	Sin Control E	Con Control E
Sin Fertiliz.	Densidad Agr.	693	902	557	784
	Densidad Mej.	701	1009	516	679
Con Fertiliz.	Densidad Agr.	918	1111	846	970
	Densidad Mej.	1087	1174	755	1016

Tabla 25. Interpretación preliminar de resultados

Efectos Principales	Nivel Agricultor	Nivel Investigación	% de Cambio
Variedad	949	765	19
Control Enfermedades	759	956	26
Fertilización	730	985	35
Densidad	648	867	2
Fertilización x Densidad	616	1067	42
<u>Efectos en Limoneño</u>			
Control Enfermedades	850	1048	23
Fertilización	826	1072	29
Densidad	906	993	9
Fertilidad x Control E	697	1142	63

ce para seleccionar qué variables son las más importantes para iniciar un estudio más en detalle.

El procedimiento para observar por ejemplo el efecto de fertilización, será sumar y promediar todos los tratamientos que no tienen fertilizante y compararlos contra el promedio de todos los tratamientos que tienen fertilizante, sin importar las otras variables; así sucesivamente para otros factores.

El resultado de estas comparaciones se presenta en la Tabla 24, de cuyo análisis es posible obtener las siguientes apreciaciones preliminares:

- La variedad regional Limoneño es mejor que la variedad Bat 1235.
- Existe un efecto positivo de control de enfermedades y fertilización.
- No hay variación por efecto de densidad.
- Hay un efecto muy visible de la interacción entre fertilización y control de enfermedades.
- Aceptando el primer punto, de que la variedad Limoneño es mejor que la Bat 1235, es conveniente efectuar el mismo análisis para la variedad Limoneño y se observa que hay efectos positivos de los tres factores considerados: control de enfermedades, fertilización, densidad y la más importante fertilización por control de enfermedades.
- Es posible obtener una columna en la cual se cuantifique el cambio de acuerdo a una tecnología recomendada, buscando a qué porcentaje corresponde un determinado incremento.

- Los valores de dicha columna nos pueden orientar para decidir o priorizar cuáles son los componentes más importantes.
- Se observa que en orden de prioridades se deben orientar más esfuerzos a la variedad Regional Limoneño, posteriormente a fertilización con control de enfermedades, después a fertilización sola, después a control de enfermedades sola y por último la densidad de población.

En las Tablas 26 y 27 se presentan datos de un ensayo de fertilización en frijol con N - P.

Para el análisis preliminar se deben promediar todos los rendimientos con N - 0, todos los de N - 46 y todos los de N - 92, sin importar por el momento el nivel de fósforo. Con lo anterior se obtendrá el efecto de N.

Para el caso de fósforo se procede en igual forma; es decir, promediar todos los rendimientos que corresponden a P - 0; P - 40 y P - 80, sin importar el nivel del nitrógeno. Con lo anterior se obtiene el efecto de fósforo.

Se ha incluido un tratamiento adicional con potasio, para este caso, se deberá escoger el tratamiento que tenga iguales los niveles de N - P, que en la tabla es el tratamiento No. 5 y compararlo con el tratamiento No. 10.

Tabla 26. Respuesta del frijol a la fertilización con N - P - K.
(Datos corregidos)

Tratamiento Nº	kg/ha		Rendimiento en kg/ha	
	N	P	1420 m	2300 m
1	0	0	853	1581
2	0	40	887	1423
3	0	80	806	1327
4	46	0	831	1447
5	46	40	1262	1640
6	46	80	1187	1765
7	92	0	1020	1518
8	92	40	1340	1744
9	92	80	1192	1836
10	46	40 + 50 k	1187	1571

Tabla 27. Interpretación preliminar de resultados. (Efectos principales)

Efectos Promedios de N y P	Sitio 1 1420 m	Sitio 2 2300 m
N - 0	786	1443
N - 46	1127	1617
N - 92	1184	1699
P - 0	838	1515
P - 40	1163	1602
P - 80	1096	1643

De los resultados de la Tabla 27 se pueden hacer algunas apreciaciones e inclusive es posible graficar sus resultados para una mejor interpretación, como puede observarse en las Figuras 3 y 4:

- Respuesta a Nitrógeno. Puede observarse que existe respuesta positiva a este elemento en todos sus tres niveles, sin embargo, ella es más evidente al pasar de 0 a 46 kg/ha. Posiblemente no es recomendable pasar de este nivel y ésto deberá demostrarse posteriormente con el análisis económico.
- Igual situación ocurre con el fósforo; la respuesta es más evidente al pasar de 0 a 40 kg/ha; en el sitio 1 al pasar de este nivel se disminuyen los rendimientos y en el sitio 2 aunque se incrementan los rendimientos, la proporción es menor y posiblemente no vale la pena pasar de este nivel.

Pueden efectuarse más suposiciones que dan indicios de interpretación muy valiosos, tales como:

- El sitio 2 tiene mayor potencial de producción y así lo demuestra su promedio general (1585 vs 1036 kg/ha). Lo anterior hace pensar que existen otros factores distintos a los estudiados que pueden estar favoreciendo los rendimientos y podrían ser factores de tipo modificable (elementos menores, por ejemplo) o tal vez factores de tipo inmodificable (precipitación, textura, profundidad, pendiente, etc), los cuales será necesario analizar posteriormente para definir, lógicamente con más estudios, si corresponden a dos conjuntos productivos diferentes.

.2. Análisis de Gráficos

De acuerdo a los gráficos (Figuras 3 y 4), es posible observar que los suelos de menor potencial no resisten mayor cantidad de fertilizantes a partir de N - 40 y P - 40, en cambio, los de mayor potencial pueden rebasar estos valores aunque con menores incrementos. Esto quiere decir que, los óptimos económicos serán diferentes para estos dos tipos de curvas.

En la Figura 3 se ha graficado para el sitio 1, las respuestas a N con diferentes niveles de P; y la respuesta a P con diferentes niveles de N. Lo anterior con el objeto de observar interacciones entre N x P.

Para estos casos y para que sea válida la comparación deben seleccionarse los rendimientos que correspondan a niveles variables, del factor de interés, pero el otro factor constante, así por ejemplo, para observar respuesta a N se han escogido los tratamientos:

0 - 0; 46 - 0 y 92 - 0 (Curva de N con cero de P)

0 - 40; 46 - 40 y 92 - 40 (Curva de N con 40 de P)

0 - 80; 46 - 80 y 92 - 80 (Curva de N con 80 de P)

En forma similar se seleccionarán los tratamientos, para observar respuesta a fósforo, así:

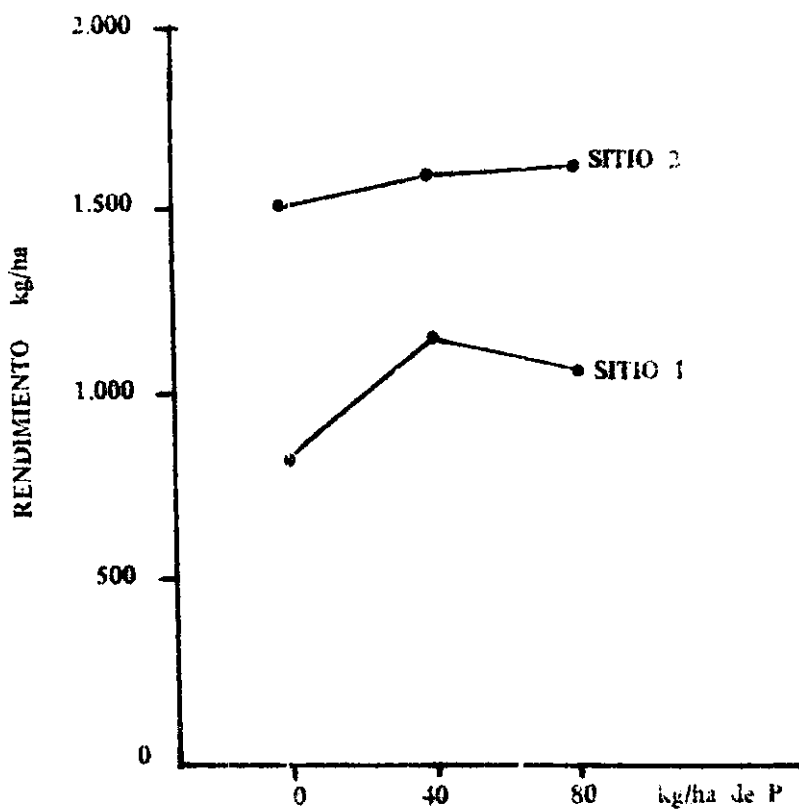
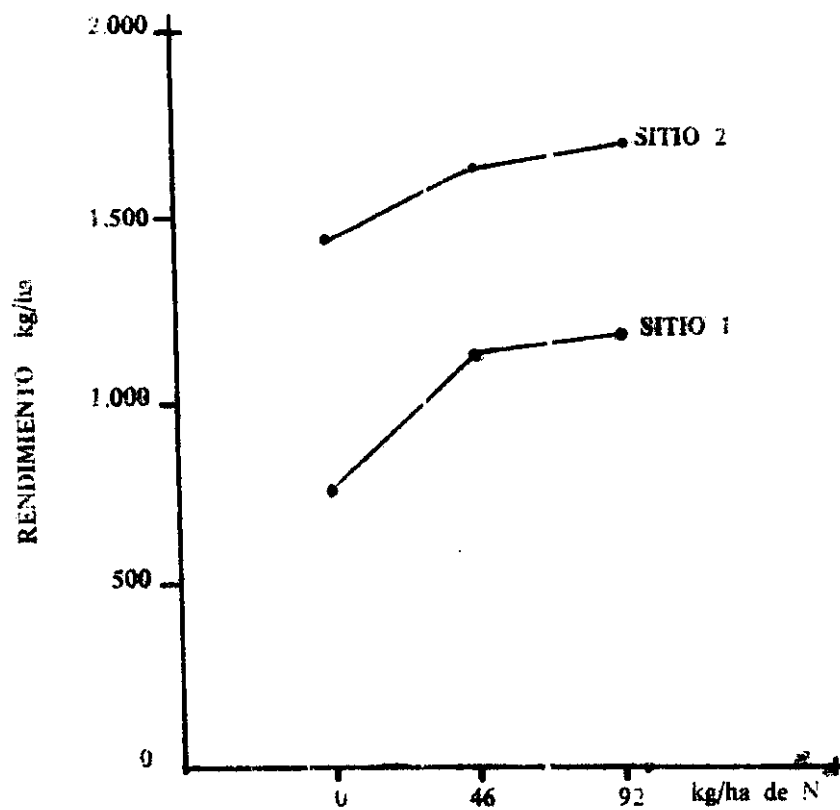


FIGURA 3. REPRESENTACION GRAFICA DE LOS EFECTOS PRINCIPALES DE NITROGENO Y FOSFORO

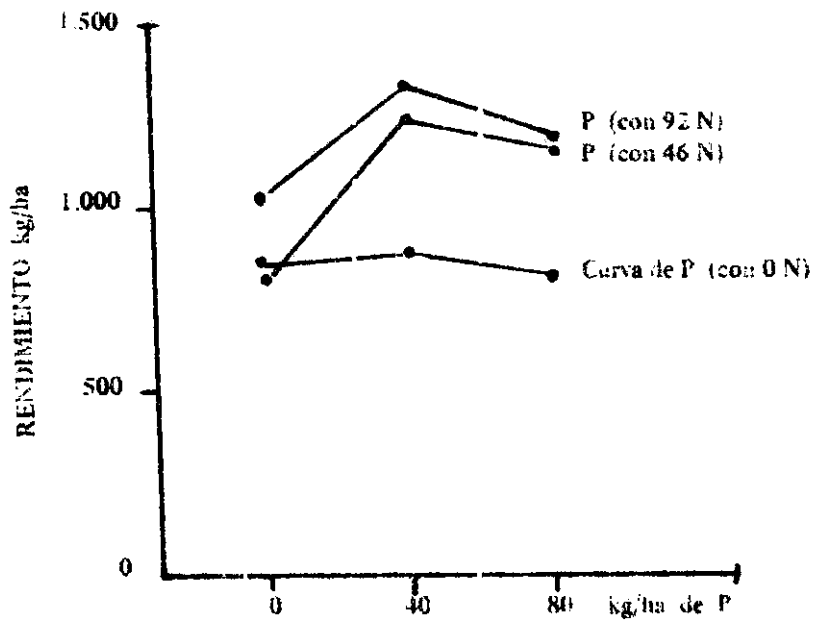
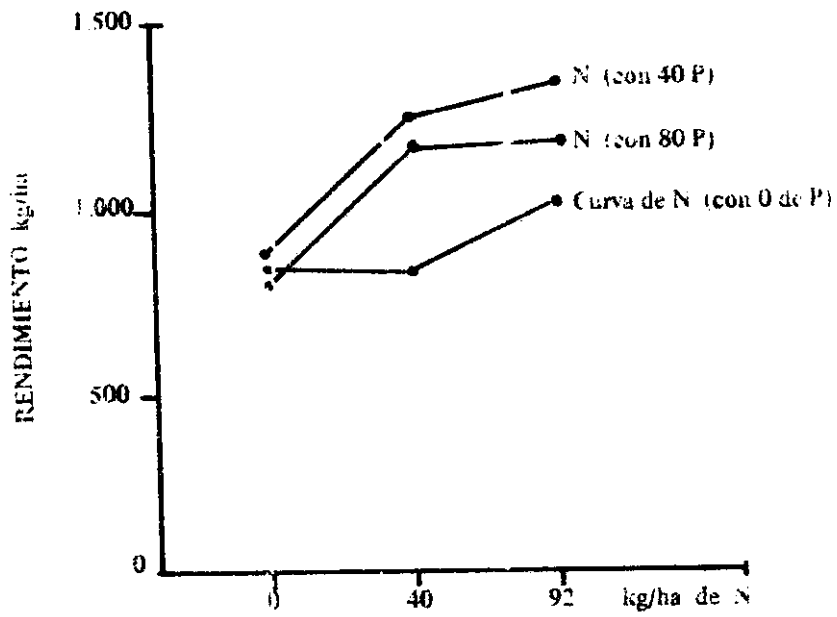


FIGURA 4 REPRESENTACION GRAFICA DE LOS EFECTOS COMBINADOS DE N Y P PARA EL SITIO 1

0 - 0; 0 - 40 y 0 - 80 (Respuesta a P con cero de N)
 46 - 0; 46 - 40 y 46 - 80 (Respuesta a P con 46 de N)
 92 - 0; 92 - 40 y 92 - 80 (Respuesta a P con 92 de N)

Analizando estas curvas también se pueden hacer algunas suposiciones, respecto a la interacción N x P:

- Hay una respuesta evidente a N, sin embargo, ésta se acentúa más cuando existe simultáneamente un incremento en el nivel de P. Esto es, existe una interacción positiva por lo menos hasta el nivel de 40 P.
- En la curva de respuesta a fósforo se observa más claramente la respuesta a P hasta el nivel de 40 P, punto a partir del cual, los rendimientos disminuyen en todos los casos. Se observa que aunque hay respuesta a P con cero de Nitrógeno, ésta se hace más pronunciada cuando se aplica simultáneamente 46 N.
- Lo anterior podría sugerir una recomendación preliminar de fertilización para este sitio de aproximadamente 46 kg/ha de Nitrógeno y 40 kg/ha de fósforo. A simple vista, esta recomendación es económica, ya que su aplicación costaría alrededor de \$ 6.000 y el valor del incremento es de 333 kg. de frijol, lo cual representa aproximadamente \$ 23.000.

En la Tabla 28 se presentan las respuestas hipotéticas de un cultivo de maíz, a las aplicaciones de nitrógeno, fósforo y densidades de población, utilizando una Matriz Plan Puebla I para tres factores.

Tabla 28. Respuesta del maíz a la fertilización nitrogenada, fosfórica y a la densidad de población, con la Matriz Plan Puebla I

Nº	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Fertilización kg/ha		Densidad de Población	Rendimiento de Maíz (Kg/ha)
				N	P ₂ O ₅		
1	- 0.33	- 0.33	- 0.33	70	30	30.000	4281
2	- 0.33	- 0.33	+ 0.33	70	30	40.000	4280
3	- 0.33	+ 0.33	- 0.33	70	60	30.000	4270
4	- 0.33	+ 0.33	+ 0.33	70	60	40.000	4283
5	+ 0.33	- 0.33	- 0.33	90	30	30.000	4294
6	+ 0.33	- 0.33	+ 0.33	90	30	40.000	4560
7	+ 0.33	+ 0.33	- 0.33	90	60	30.000	4352
8	+ 0.33	+ 0.33	+ 0.33	90	60	40.000	4754
9	- 1.00	- 0.33	- 0.33	50	30	30.000	3950
10	+ 1.00	+ 0.33	+ 0.33	110	60	40.000	4750
11	- 0.33	- 1.00	- 0.33	70	0	30.000	3800
12	+ 0.33	+ 1.00	+ 0.33	90	90	40.000	4756
13	- 0.33	- 0.33	- 1.00	70	30	20.000	3941
14	+ 0.33	+ 0.33	+ 1.00	90	60	50.000	4752

Espacio de exploración (50-110) (0-90) (20.000-50.000), kg de N/ha x kg de P₂O₅/ha x plantas/ha.

Esta matriz, como se mencionó anteriormente, permite con un número reducido de tratamientos (14), explorar con cuatro niveles los tres factores de estudio. La interpretación gráfica además de observar el tipo de respuesta, permite analizar las posibles interacciones ya que sus curvas se elaboran con base a niveles bajos y altos de los otros factores.

Para facilitar el dibujo de las curvas de respuesta a nivel de oficina, se sugiere elaborar previamente una tabla para cada factor en la cual se ordenen los valores crecientes del mismo a niveles constantes de los otros dos.

Así, por ejemplo, para observar la respuesta a Nitrógeno, los valores seleccionados serían:

50-30-30 mil (Nitrógeno, fósforo y densidad, respectivamente)

70-30-30 mil y 90-30-30 mil. Estos puntos darían la respuesta a nitrógeno manteniendo constantes en 30 kg/ha de fósforo y 30 mil plantas por hectárea. En las gráficas que se presentan en la Figura 5 aparece como N-30-30.

En la misma forma se pueden dibujar también para nitrógeno las siguientes curvas:

70-60-40M; 90-60-40M; 110-60-40M (N-60-40M)

70-30-40M; 90-39-40M (N-30-40M)

70-60-30M; 90-60-30M (N-60-30M)

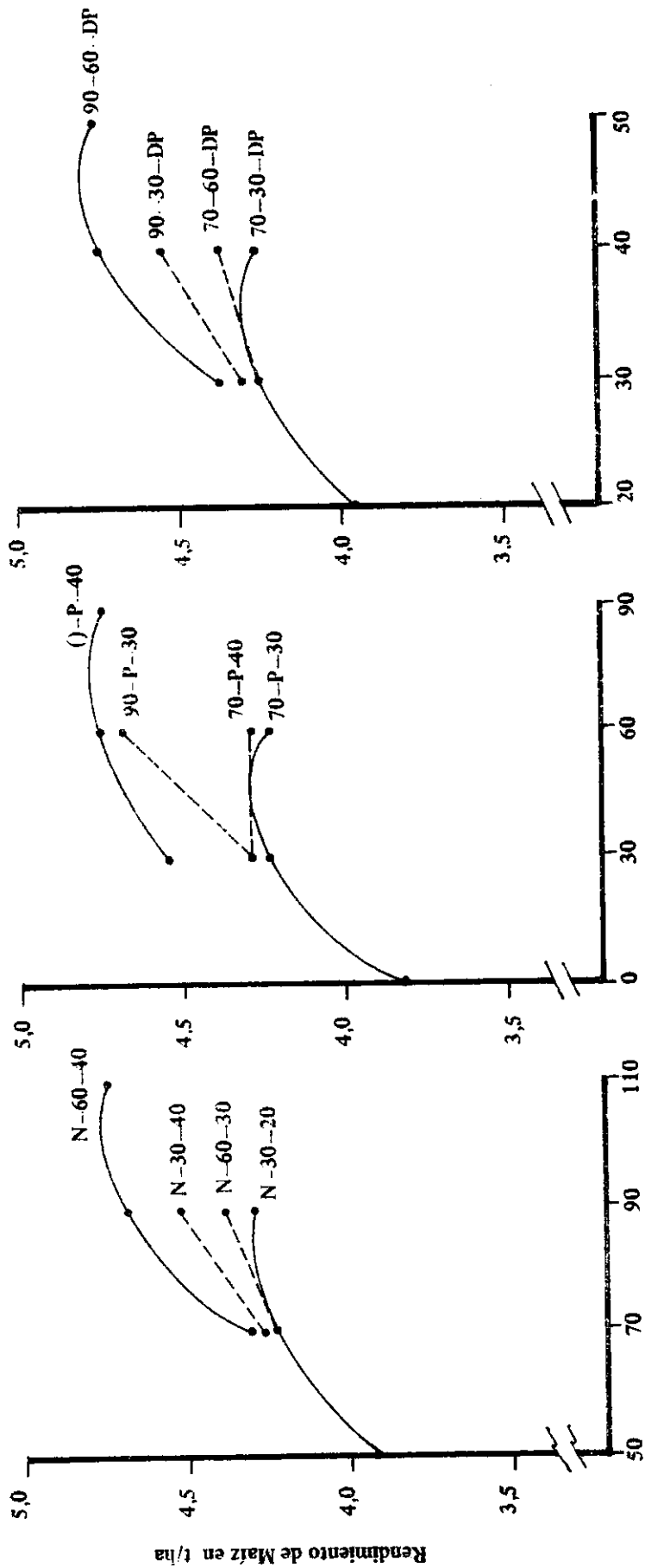


FIGURA 5. INTERRELACION GRÁFICA DE RESULTADOS PROVENIENTES DE UN ENSAYO DE MAÍZ UTILIZANDO LA MATRIZ PLAN PUEBLA I PARA TRES FACTORES.

En forma similar se procede para el fósforo, en este caso las curvas a dibujar serían las siguientes:

70- 0-30M;	70-30-30M;	70-60-30M	(70-P-30M)
90-30-40M;	90-60-40M;	90-90-40M	(90-P-40M)
70-30-40M;	70-60-40M	(70-P-40M)	
90-30-30M;	90-60-30M	(90-P-30M)	

Para el caso de la densidad de población las curvas serían:

70-30-20M;	70-30-30M;	70-30-40M	(curva 70-30-DP)
90-60-30M;	90-60-40M;	90-60-50M	(curva 90-60-DP)
90-30-30;	90-30-40M	(curva 90-30-DP)	
70-60-30;	70-60-40M	(curva 70-60-DP)	

Para ilustración en la Figura 6 se observan algunas posibles respuestas en rendimiento de un cultivo y las posibles interacciones positivas y negativas que pueden presentarse en ensayos de campo.

.3. Análisis de Porcentajes

En algunos casos y ésto es más común en ensayos de variedades, se cuantifican los resultados con base a un porcentaje calculado en relación al testigo, para lo cual generalmente se toma como referencia la variedad regional. Para estos casos el rendimiento del testigo corresponde al 100% y a partir de este valor se calculan los porcentajes correspondientes al aumento o disminución de los rendimientos. Un ejemplo se presenta en la Tabla 29.

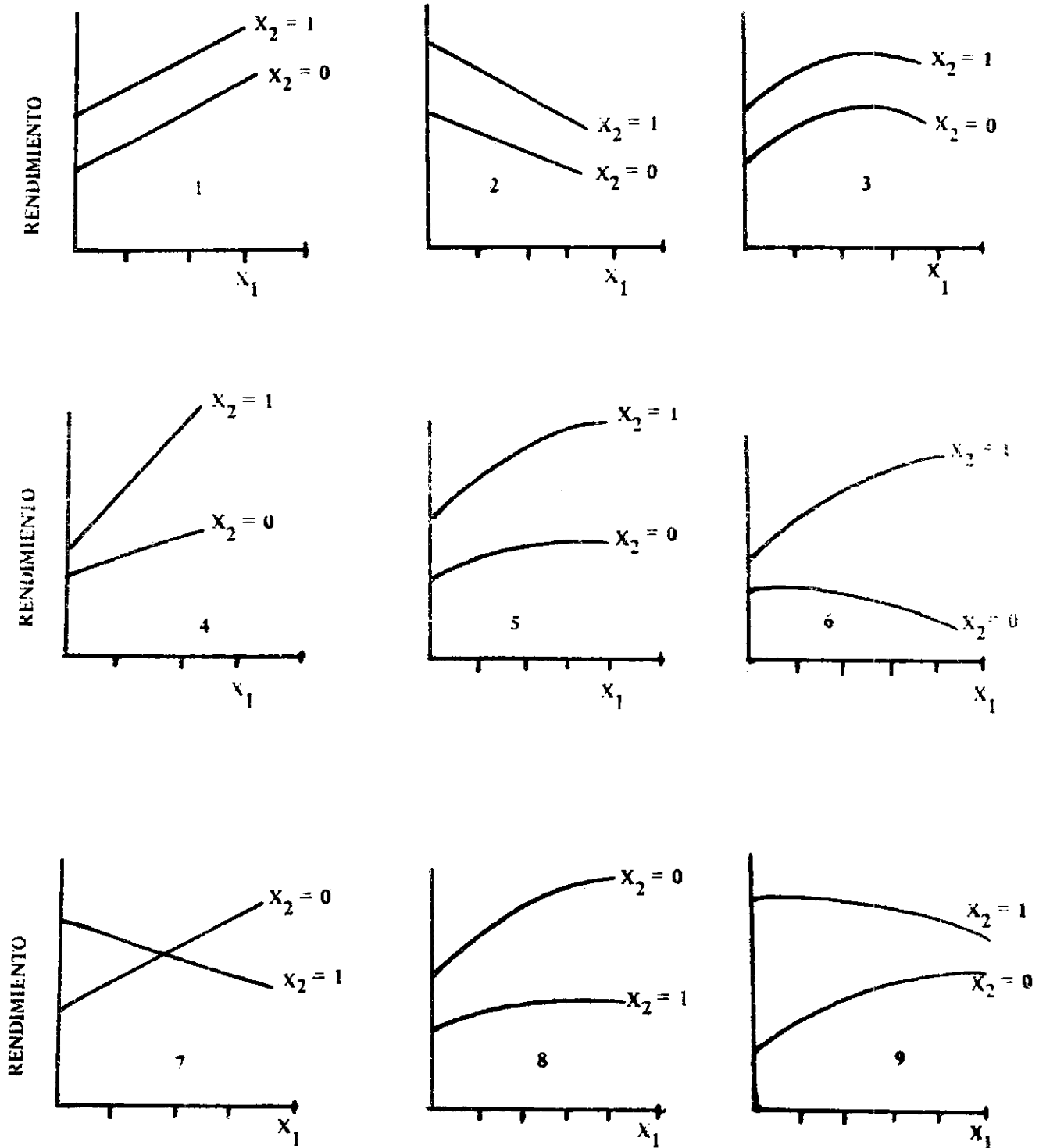


FIGURA 6. EJEMPLOS DE POSIBLES RESPUESTAS EN RENDIMIENTO A LA APLICACION DE FERTILIZANTES. LAS FIGURAS 1-2-3 NO PRESENTAN INTERACCION. 4-5-6 PRESENTAN INTERACCION POSITIVA. 7-8-9 PRESENTAN INTERACCION NEGATIVA.

Tabla 29. Evaluación de materiales de maíz

Tratamiento Nº	Genealogía	Rendimiento en kg/ha		Promedio	% Respecto Testigo
		Repetic. I	Repetic. II		
1	Mezcla Interzonal	3497	1897	2592	225.0
2	H.E. 31 (T.O. - 78 A)	2929	2013	2471	206.5
3	ICA V 303 Am	1062	2641	1851	154.8
4	MB. 35	1039	2428	1733	144.9
5	MB. 313	2064	1394	1729	144.6
6	MB. 311	1262	1294	1278	106.8
7	Regional Morocho	650	1743	1196	100.0

Localización: Municipio de Funes
 Vereda: La Vega
 A.s.n.m.: 1700 m
 Fecha de Siembra: Octubre/82
 Fecha de Cosecha: Febrero/83

3.5 Análisis Estadístico

Generalmente, este proceso puede realizarse a nivel de oficina, si se tienen los requerimientos humanos y un equipo mínimo de una calculadora en lo posible programable.

Para efectos de este documento, no se pretende explicar en detalle los procedimientos y las ecuaciones matemáticas de cada uno de los análisis estadísticos que normalmente se efectúan y los cuales pueden ser consultados en cualquiera de los textos o documentos que aparecen en la bibliografía, además del documento metodológico sobre sistemas estadísticos que aparecerá próximamente.

Sólo se quiere dar algunas pautas para interpretación de resultados, obtenidos manualmente o por medio de computador.

Normalmente, el análisis estadístico mínimo que se requiere para analizar un ensayo, está compuesto por: análisis de varianza (Prueba de F), diferencia mínima significativa, prueba de Duncan, prueba de Berlett, el análisis de regresión y correlación y análisis combinado.

3.5.1 Análisis de varianza (bloques al azar)

En los resultados de un experimento se pueden observar variaciones, no sólo debidas a los tratamientos, sino también a los bloques o repeticio-

nes. Este análisis permite decidir si la variación obtenida en un experimento se debió al azar o se debió a los tratamientos que se están investigando.

De igual manera, se obtiene la variación debida al error experimental, el cual abarca todos los factores que no se pueden controlar y que no entran en el experimento como variable.

Al manejar en condiciones adecuadas un experimento, lo que se está haciendo es minimizar el error experimental, para que el ensayo sea más sensible y los resultados sean más confiables.

La forma tradicional de presentar los resultados de análisis de varianza, se puede observar en la Tabla 30.

Tabla 30. Presentación de los resultados de análisis de varianza

Fuente de Variación	Grados de Libertad G.L.	Suma de Cuadrados S.C.	Cuadrados Medios C.M.	F Calculadas	F Tablas
TOTAL					

La F calculada, es una relación que se obtiene al dividir el CM de los tratamientos y el CM de bloques entre el CM del error. Ya que F proviene de esta división, entre más pequeño sea el CM Error mayor será F y en consecuencia mayor la probabilidad de aceptar de que existen diferencias entre tratamientos y entre bloques.

La decisión de si existe diferencia estadística (no debida al azar), se toma cuando los valores calculados de F son mayores a los requeridos en las tablas respectivas.

Generalmente, se exigen valores de significancia del 1 y 5%, aunque a nivel de fincas se puede permitir valores mayores dependiendo del tipo de estudio, del cultivo y aún de la tasa del costo cultivo/fertilizante.

Lo que normalmente interesa es encontrar que entre los tratamientos investigados haya diferencias, para seleccionar de ellos los más económicos. Sin embargo, en otros casos nos interesa además que haya diferencia entre repeticiones, cuando éstas están ubicadas en diferentes zonas para decidir si corresponden a un mismo conjunto productivo o a diferentes.

No obstante, mediante la prueba de F, aún sabiendo que hay diferencias entre tratamientos, no se sabe entre cuáles, porque puede darse el caso de que algunos de ellos sean iguales.

Una solución a este problema se consigue con las pruebas de comparación múltiple, como la DMS (Diferencia Mínima Significativa), Prueba de Duncan, Prueba de Dunnet, Prueba de Tukey y otras.

Un valor más para decidir con certeza los resultados obtenidos, lo constituye el coeficiente de variación (C.V.) que se expresa en %, indica la variabilidad no controlada de un experimento. Entre mayor sea este coeficiente, menos confianza puede tenerse de los resultados de las pruebas de significancia.

Ya que el CV está directamente relacionado con el CME o la varianza, entre mayor sea ésta, mayor es el C.V.

En condiciones de investigación básica, un C.V. mayor de 20%, es suficiente para descartar un ensayo, sin embargo, en condiciones de ensayos en fincas de agricultores, es posible tomar algunas decisiones con niveles mayores.

3.5.2 Diferencia mínima significativa

La DMS (Diferencia Mínima Significativa), está dada por la siguiente expresión:

$$DMS () = t \times S d$$

donde t es el valor de tablas para un nivel de significancia según los grados de libertad del error y $S d = \sqrt{2CME/r}$, donde CME es el cua-

drado medio del error y r es el número de observaciones de cada promedio.

Cuando la diferencia entre los tratamientos es mayor a la diferencia mínima significativa obtenida por la fórmula, se dice que hay significancia al 5% ó 1%, tiene la desventaja de que un promedio sólo puede compararse una sola vez y nada más.

3.5.3 Prueba de Duncan

Esta técnica permite comparar todas las medidas de los tratamientos (sólo para variedades). La forma de ejecutar la prueba es como sigue:

- Calcular $S_x = CME/r$

donde r es el número de valores de los cuales viene el promedio.

- Calcular $ALS = AES \times S_x$

donde AES, es la amplitud estudiantizada de significancia que se consigue en las tablas del mismo nombre, de acuerdo a los grados de libertad del error, el número de tratamientos en comparación y el nivel de significancia.

- Ordenar los promedios de mayor a menor.

- Ejecutar la prueba:

P	2	3	4	5	(Distancias)
AES (5%)	290	3,04	3,13	3,20	(Tablas)
AES (5%)	417	4,37	4,50	4,60	

donde P: es la distancia entre los medios previamente ordenados.

Medias unidades con la misma línea o identificados las mismas letras son iguales.

3.5.4 Regresión

La regresión es la estimación de la variable dependiente como una función continua de una o más variables independientes. Normalmente en ensayos agronómicos, se utilizan las ecuaciones de regresión correspondientes a la línea recta, la parábola o curva cuadrática y en muy raros casos la cúbica.

El procedimiento estadístico que se efectúa, es ajustar datos obtenidos, de manera que las desviaciones respecto a la curva seleccionada al cuadrado sea mínima, ésto es lo que se denomina como curva de mejor ajuste.

Cuando la regresión se está efectuando para un factor, la curva es una línea (recta o curva), cuando es para dos factores se convierte en una superficie de respuesta y cuando es para tres factores se convierte en un plano de aproximación tridimensional.

Mediante el análisis estadístico, lo que se consiguen son valores de los interceptos (valor en el origen) y los coeficientes de regresión de los factores estudiados. En base a ellos y con los valores que queramos dar a las variables estudiadas, podemos dibujar las curvas de regresión respectivas que son las que posteriormente se utilizan para obte-

ner los valores máximos y óptimos económicos.

La superficie que se forma entre la función aproximativa (regresión) y la real, es lo que se conoce como SESGO. En el trabajo de Laird y Cady (1969), se encontró que por lo menos se necesitaban cinco pautas para que el sesgo sea una cantidad manejable. Precisamente, el empleo de tal o cual matriz experimental, obedece a la búsqueda de aquella en la cual el sesgo y la varianza sean menores. Sin embargo, lo importante es reducir el sesgo, ya que la varianza se puede reducir aumentando el número de repeticiones.

Normalmente, además de la estimación de los valores correspondientes al intercepto y al coeficiente de regresión, es necesario efectuar un análisis de varianza para decidir en forma estadística la probabilidad y el grado de significancia de que el coeficiente de regresión es igual a cero o diferente o si es o no una constante. Los valores de F calculados se interpretan igual que en los casos anteriores para tratamientos y bloques.

3.5.5 Correlación

La correlación mide el grado de relación que existe entre dos variables. Puede ser simple cuando se trata de dos variables o puede ser múltiple cuando se trata de más de dos variables.

Se expresa como r^2 y su valor varía de 0 a 1 o de 0 a 100, en el cual el valor máximo corresponde a la máxima correlación posible, y como se dijo anteriormente indica la variación que se puede explicar con los datos obtenidos de un ensayo y el resto lo que comprende a factores no explicables o no controlados.

Uno de los pasos finales a los cuales se pretende llegar en el proceso de Ajuste Tecnológico es tratar de obtener recomendaciones válidas estadísticamente para zonas más o menos homogéneas o Conjuntos Productivos. Lo anterior, se consigue mediante la utilización del Análisis Combinado de resultados provenientes de diferentes sitios, para lo cual el técnico podrá efectuar tantos grupos de ensayos como lo considere conveniente de acuerdo al criterio inicial de identificar conjuntos. A cada uno de estos grupos es necesario efectuar primero la prueba de homogeneidad de varianzas y luego proceder al análisis combinado a fin de obtener resultados aplicables para zonas más amplias. Lo anterior obviamente sólo es posible cuando un mismo ensayo se encuentra repetido en diferentes sitios dentro del área de trabajo.

4. EVALUACION

4.1 Métodos de Evaluación Económica

La fase final del proceso de Ajuste Tecnológico es llegar a obtener recomendaciones óptimas-económicas para los diferentes tipos de agriculto-

res involucrados en el proceso y para los diferentes tipos de sistemas de producción presentes.

En la agricultura hay dos aspectos a considerar: los aspectos de producción y la utilidad derivada de los mismos; entre los costos, aquellos que son variables constituyen una parte importante dentro de los costos totales de producción, por lo cual es importante determinar sus cantidades óptimas económicas que se deben usar.

El óptimo económico de un insumo variable depende de las condiciones de suelo, clima y manejo del cultivo, así como de las condiciones de disponibilidad de capital para invertir en ellos y del riesgo que sea posible enfrentar, de tal manera que para agricultores sin restricciones de capital el objeto será el maximizar la utilización de dichos insumos; en cambio, para aquellos con capital ilimitado, escasez de recursos en general y con menor capacidad de enfrentar el riesgo como ocurre en áreas de minifundio, es más importante la minimización de los costos de producción. Bajo estas características descritas ambos tipos de agricultores necesitarán óptimos económicos diferentes.

Existen diferentes criterios y procedimientos para determinación de óptimo económico de los insumos de la producción, los cuales presentan ventajas y desventajas según las condiciones de producción presentes.

En este documento se presentan algunos criterios y metodologías de tipo

económico para la optimización de insumos, haciendo énfasis en algunos procedimientos aplicables a los agricultores y sistemas objeto de áreas de desarrollo.

4.1.1 Método discreto

Este método se trabaja en base a cuadros en los cuales se incluye: Información sobre costos variables, ingresos netos y/o las tasas de retorno de los tratamientos o combinaciones de los insumos estudiados, de tal manera que, de acuerdo con el criterio económico de interés se llegue a determinar el tratamiento óptimo económico.

Para una mayor información de esta metodología se sugiere consultar el documento adaptable a las condiciones de Colombia sobre "Obtención de Recomendaciones a partir de Datos Agronómicos" de Jorge Lopera, en el cual se utiliza el método de presupuestos parciales.

El procedimiento es factible efectuarlo a nivel de oficina Distrital y con ello se estaría llegando al objeto final del Ajuste Tecnológico, cual es de obtener recomendaciones económicas para que sean evaluadas posteriormente en parcelas demostrativas.

4.1.2 Método continuo

Este método requiere de un análisis estadístico y económico más sofisti-

cado, ya que es necesario, en la mayoría de los casos, la utilización de datos procedentes de Estadística y Biometría.

En este método se trabaja con funciones de producción estimadas mediante regresión, las cuales a través de derivación matemática o un programa de cómputo permiten obtener los óptimos económicos buscados y además gráficamente con base a las curvas de respuesta a los insumos de la producción, aunque en este último caso, cuando existe respuesta a más de un insumo, la solución no es exactamente de tipo continuo.

Esta parte será tratada más ampliamente en un documento que se publicará más adelante sobre análisis económicos de ensayos de Ajuste Tecnológico.

4.2 Evaluación Agroeconómica de la Recomendación

Con los resultados de los análisis estadísticos y económicos, el paso siguiente lo constituye el establecimiento de parcelas demostrativas en áreas mayores para medir la bondad de los tratamientos seleccionados, con participación casi exclusiva del productor en la parte del manejo y con evaluaciones tanto del productor como del técnico.

Generalmente, se ha presentado controversia respecto a cuál es la mejor metodología en el establecimiento de parcelas demostrativas de verificación o fase 2, así por ejemplo, algunos opinan que se debe comparar úni-

camente la tecnología ICA (toda la recomendación tecnológica disponible en el momento) contra la tecnología del productor. Esto puede ser posible cuando existe una sola recomendación, es decir, un solo nivel en las variables problema, no obstante la realidad nuestra que es posible presentar en las parcelas diferentes niveles y aún diferentes variables, todas con buenas opciones, de las cuales el productor pueda seleccionar aquellas que a su criterio sean las más atractivas económicamente; es obvio que el agricultor seleccionará aquellas que tenga mayor rentabilidad, las de mayor retorno marginal y aquellas que tengan menor riesgo.

De todas maneras, el criterio para desarrollar esta actividad, debe definirse en estrecha coordinación entre los técnicos responsables del Ajuste Tecnológico y los que llevan a cabo labores de transferencia de tecnología.

Aunque esta etapa final del Ajuste Tecnológico quedó descrita en el capítulo . . . , y que aparece como Fase 2, es decir, la más cercana al productor, se insiste en la importancia de la misma ya que corresponde a una etapa casi de transferencia donde es posible comparar la recomendación que tenga el Distrito en ese momento, la Tecnología Local de Producción y dos o tres alternativas más provenientes del Ajuste Tecnológico.

4.3 Retroalimentación

Hace referencia a la información que se espera llegue nuevamente a los

Centros Experimentales y aún al mismo Ajuste Tecnológico como resultado de la evaluación agroeconómica efectuada por el productor y los técnicos del área.

Así, por ejemplo, y aunque se supone que se efectuó el diagnóstico preliminar, es posible conservar dentro del desarrollo de los ensayos otro tipo de problemas que sirvan bien para replantearlos en los nuevos proyectos o que por circunstancias de manejo o especialización deben desarrollarse en Centros de Investigación.

4.4 Divulgación de las Recomendaciones

Ensayo de Ajuste de Tecnología que se termine y no se divulgue, es un ensayo perdido. Para facilitar la estructuración, redacción y presentación del documento, se puede seguir las "Normas de Estilo para Artículos Científicos y Técnicos de la Revista ICA". A partir de este documento, se empiezan a producir los documentos requeridos para la acción de Asistencia Técnica, tales como: cartillas, plegables, sonovisos, videos, etc.

V. BIBLIOGRAFIA

1. Barnnet, J. s.f. El análisis estadístico e interpretación de los datos. CIMMYT. 40p. (Mimeografiado).
2. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1980. Planeación de tecnologías apropiadas para los agricultores: Conceptos y procedimientos. CIMMYT, México. 71p.
3. Cobos, A.; S. Góngora. 1977. Una metodología para identificación y análisis de sistemas de producción agropecuaria en áreas de pequeños productores. Bogotá. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Bol. No. 61. 77p.
4. Cochran, W.G. y G.M. Cox. 1971. Diseños experimentales. Trillas, México. 661p.
5. Chuang, Y. y A. Martínez. 1984. Reseña estadística-análisis de varianza. En: Curso de adiestramiento en investigación sobre la eficiencia de los fertilizantes en los trópicos. IFDC-CIAT, mayo 7-25, 1984. Cali. 9p.
6. González, R. . Obtención de una ecuación empírica para predecir rendimientos; calcular dosis óptimas económicas de nitrógeno y fósforo para el cultivo de papa, en el Oriente de Cundina-

- marca, Colombia. México. Colegio de Post-graduados, Chapingo, 1984. 197p. Tesis M. Sc. en Suelos.
7. González, R.; Zandstra, H. 1977. Filosofía de la investigación en la producción agrícola del pequeño agricultor. Bogotá. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. 34p.
 8. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. 1975. Consideraciones generales sobre la metodología de trabajo en proyectos de desarrollo rural. Subgerencia de Desarrollo Rural. División de Proyectos de Desarrollo. ICA, Tibaitatá. 98p.
 9. Isaza, R.J. 1981. Falta de adopción, un problema de transferencia: De la opinión a la realidad; hipótesis para un enfoque diferente. En: Curso sobre manejo de ensayos en áreas de desarrollo rural. Rionegro (Antioquia), septiembre 11-20. ICA, Medellín. 53p.
 10. Laird, R.J. 1968. Técnicas de campo para experimentos con fertilizantes. Folleto de Investigación No. 9. CIMMYT, México. 48p.
 11. Laird, R.J. 1977. Investigación agronómica para el desarrollo de la agricultura tradicional. Colegio de Post-graduados, Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 175p.

12. Little, T. y F. Jackson Hills. 1979. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trillas, México. 270p.
13. Lopera, M.H. y Otros. 1985. Diagnóstico participativo. Informe Técnico. ICA, Medellín. 363p.
14. Martínez, O. 1981. Métodos estadísticos para el diseño de ensayos agrícolas en áreas de desarrollo rural. En: Curso de manejo de ensayos agrícolas en áreas de desarrollo rural. Rionegro (Antioquia), septiembre 24 - octubre 3, 1981. ICA, Medellín. 53p.
15. Pantoja L., C. y J.H. Tobón. 1981. El conjunto productivo y el sistema de producción como base para plantear la necesidad y el diseño de ajustes tecnológicos. En: Curso sobre manejo de ensayos agrícolas en áreas de desarrollo rural. Rionegro (Antioquia), 1981. ICA, Medellín. 21p. (Mimeografiado).
16. Pantoja L., C. 1981. Toma de información de ensayos de ajuste de tecnología. En: Curso sobre manejo de ensayos en áreas de desarrollo rural. Rionegro (Antioquia), septiembre 11-20. ICA, Medellín. 21p. (Mimeografiado).
17. Pantoja L., C. 1982. Manejo e interpretación de datos procedentes de ensayos de ajuste tecnológico. En: Curso sobre ajuste

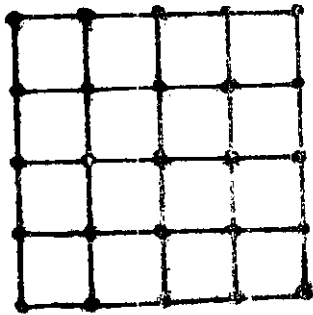
- de tecnología para funcionarios de la CVC Palmira, noviembre 15-18. ICA, Pasto. 25p (Mimeografiado).
18. Perrin, R.K. y Otros. 1979. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. Folleto de Información No. 27. CIMMYT, México. 53p.
 19. Rhoades, R.E. y R.H. Booth. 1983. Del agricultor al agricultor: Un modelo para la generación de tecnología apropiada. Desarrollo Rural en las Américas 12(2):89-99.
 20. Spiegel, M.R. 1970. Estadística McGraw-Hill. México. 357p.
 21. Tarazona, C.; J.H. Tobón; R. Orjuela. 1981. Guía para la preparación y tramitación de proyectos de ajuste tecnológico. Bogotá. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Manual Administrativo No. 17. 34p.
 22. Tarazona, C. 1982. Algunas observaciones sobre los estudios de Identificación de Sistemas de Producción (I.S.P.) realizados en los Distritos de Desarrollo Rural. Informe Técnico No. 47. ICA, Subgerencia de Desarrollo Rural, División de Asistencia Técnica Estatal Agropecuaria. 63p.

23. Tarazona, C.; R. Orjuela; N. Castro. 1984. Metodología para la identificación de la tecnología local de producción agropecuaria. Bogotá. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Manual Técnico No. 031. 101p.
24. Tejada, H.R. 1984. Diseños experimentales y análisis estadístico en investigación aplicada en fertilidad del suelo. En: Curso de adiestramiento en investigación sobre la eficiencia de los fertilizantes en los trópicos. IFDC-CIAT. Mayo 7-25, 1984. Cali. 24p.
25. Tobón, J.H. y S. Correa. 1977. Manejo de ensayos en áreas de desarrollo. Boletín Técnico No. 47. ICA, Medellín. 25p.
26. Tobón, J.H. 1981. Pasos a seguir en la planificación de experimentos agrícolas en fincas. Interrogantes principales. En: Curso sobre manejo de ensayos en áreas de desarrollo rural. Rionegro (Antioquia), septiembre 11-20. ICA, Medellín. 8p.
27. Tobón, J.H. 1981. Procedimientos para el desarrollo de tecnologías para los agricultores. En: Curso sobre manejo de ensayos en áreas de desarrollo rural. Rionegro (Antioquia), septiembre 11-20. ICA, Medellín.
28. Turrent, A. y R.J. Laird. 1975. Matrices Plan Puebla. En: Es-

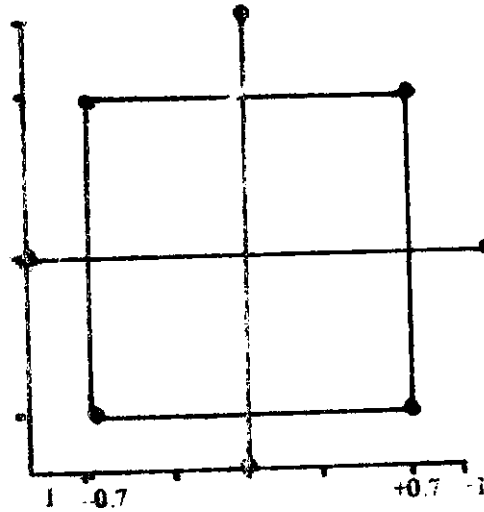
- critos sobre la metodología de la investigación en productividad de suelos. Rama de Suelos. Colegio de Post-graduados, Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 42p.
29. Turrent, A. 1979. El sistema agrícola, un marco de referencia necesario para la planeación de la investigación agrícola en México. Rama de Suelos. Colegio de Post-graduados. Chapingo, México. Sp. (Mimeografiado).
30. Turrent, A. 1980. El agrosistema un concepto útil dentro de la disciplina de productividad. En: Escritos sobre la metodología de la investigación en productividad. México. Colegio de Post-graduados, Chapingo. p.291.-319.
31. Volke, V. 1982. Optimización de insumos de la producción en agricultura. Centro de Edafología, Colegio de Post-graduados. Chapingo, México. 61p.
32. Villamizar, M.C. y H.G. Zandstra. 1973. Necesidades de investigación en proyectos de desarrollo rural. ICA, Regional 1. Proyecto de Desarrollo Rural Cáqueza. Bogotá. 13p.
33. Villamizar, M.C. y G. Urrego. 1975. Producción agrícola del pequeño campesino en

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
DE COLOMBIA

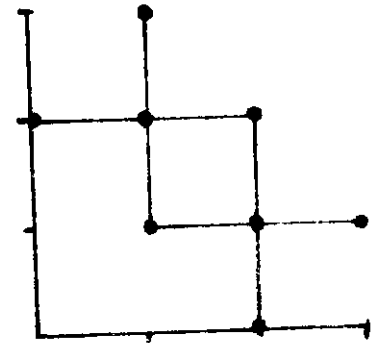
ANEXOS



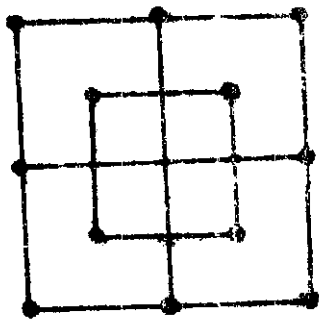
FACTORIAL COMPLETO



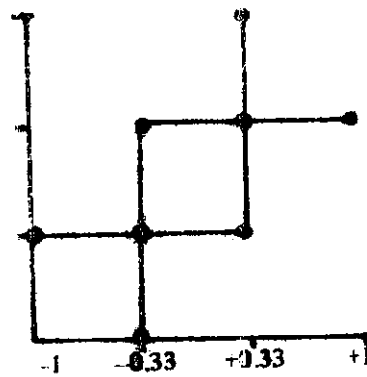
DISEÑO DE BOX



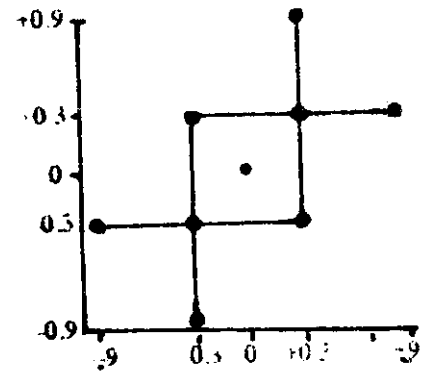
DISEÑO S. ON CRISTOBAL



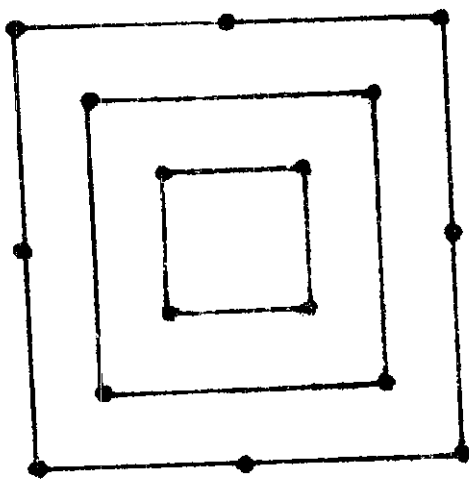
CUADRADO DOBLE



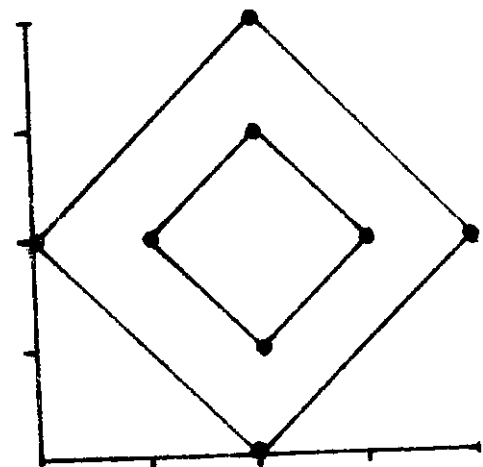
PLAN PUEBLA I



PLAN PUEBLA II



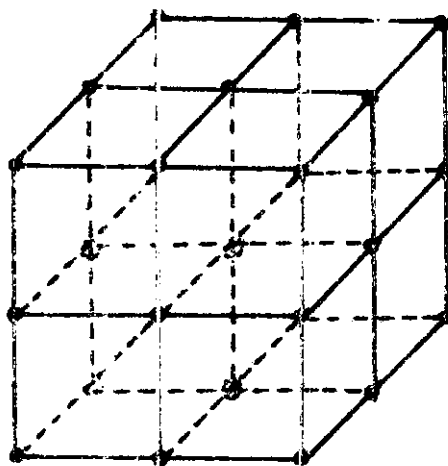
CUADRADO TRIPLE



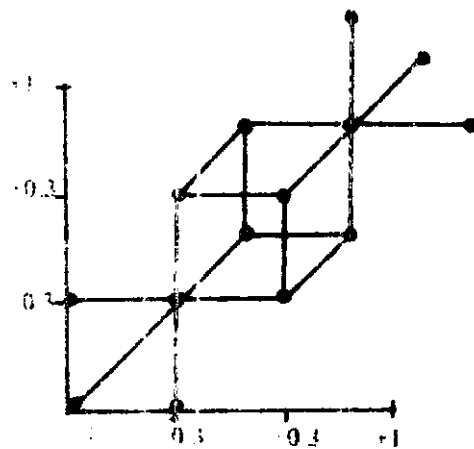
DIAMANTE DOBLE

ANEXO 1. REPRESENTACION ESQUEMATICA DE ALGUNAS MATRICES EXPERIMENTALES PARA DOS FACTORES.

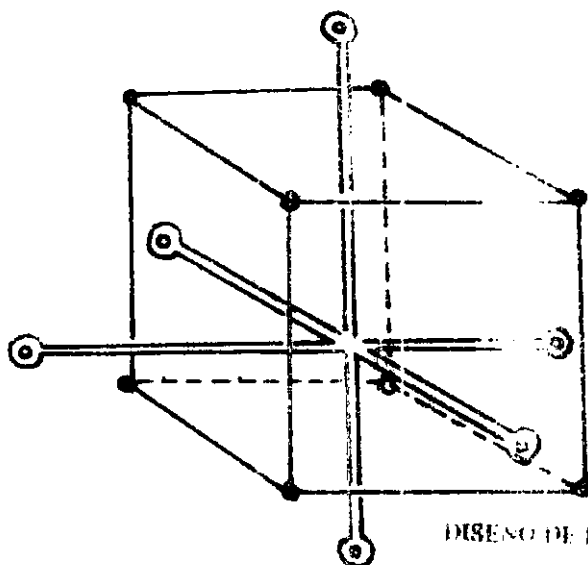
REPRESENTACION ESQUEMATICA DE ALGUNAS MATRICES EXPERIMENTALES PARA
TRES FACTORES



FACTORIAL COMPLETO PARA 3 FACTORES Y 3 NIVELES



PLAN PERSPECTIVA PARA 3 FACTORES



DISEÑO DE BOX CON TRES FACTORES

ANEXO 2

ESQUEMA PARA LA ELABORACION DE UN PROYECTO ESPECIFICO

1. Título del Proyecto

2. Responsables:

Planeado por:
Responsable:
Corresponsales:
Cooperadores:

BIBLIOTECA CENTRAL
DE COLOMBIA

3. Justificación y Objetivos

4. Revisión de Literatura

5. Materiales y Métodos

Hipótesis - Supuestos - Localización

Diseño de Tratamiento - Diseño Experimental - Espacio de Exploración - Lista de Tratamientos - No. de Repeticiones.

Materiales y Equipo: Semilla (Variedad), tipo o fuentes de fertilizantes, insecticidas, métodos de siembra, tamaño de la parcela individual, total por ensayo, datos a tomar, tipo de análisis.

6. Duración del Experimento

- Fecha de Iniciación

- Fecha de Terminación

7. Presupuesto

8. Bibliografía

METODO DE YATES PARA CALCULAR DATOS PERDIDOS

$$Y = \frac{rB + tT - G}{(r-1)(t-1)}$$

B = Total de las unidades restantes en el bloque que está la parcela perdida.

T = Total de rendimiento o de este tratamiento en los otros bloques.

G = Gran total.

r y t = Número de repeticiones y tratamiento.

CUADRO ESPECIFICO PARA ENSAYOS DE VARIEDADES
CALIFICACION DE SUSCEPTIBILIDAD A PLAGAS Y ENFERMEDADES

LECTURA No. _____ FECHA _____

Variedad	Nombre Enfermedad *	Estimación			Nombre Plaga *	Estimación		
		Leve	Moder.	Severa		Leve	Moder.	Severa

Priorizar las tres enfermedades y plagas más importantes que atacan al cultivo.

FACTORIAL 2^x TIPO SI - NO

LISTA DE TRATAMIENTOS

TRATAMIENTO	CODIGO	TRATAMIENTO	
1	N ₀	Sin Nitrógeno	0
2	N ₁	Con Nitrógeno	50
3	P ₀	Sin Fósforo	0
4	P ₁	Con Fósforo	50
5	K ₀	Sin Potasio	0
6	K ₁	Con Potasio	50
7	V ₀	Variedad Tradicional	
8	V ₁	Variedad Mejorada	
9	E ₀	Sin Control de Malezas	
10	E ₁	Con Control de Malezas	

DISEÑOS MENOS UNO Y MAS UNO
MAS UNO TRATAMIENTOS

1. Práctica Agricultor.
2. Práctica Agricultor + Variedad Nueva.
3. Práctica Agricultor + Variedad Nueva + Densidad Alta.
4. Práctica Agricultor + Variedad Nueva + Densidad Alta + Fertilización.
5. Paquete Completo.

Eficiente para demostrar como el paquete se puede adaptar poco a poco.

DISEÑOS MENOS UNO Y MAS UNO
MENOS UNO TRATAMIENTOS

1. Paquete Completo.
2. Paquete Completo Menos Variedad Nueva.
3. Paquete Completo Menos Densidad Alta.
4. Paquete Completo Menos Fertilizante.
5. Paquete Completo Menos Fungicida.
6. Práctica Agricultor.

Eficiente para demostrar al agricultor que todos los elementos del paquete son importantes.

9. PLANO DE SIEMBRA

10. FECHAS DE ALGUNAS LABORES IMPORTANTES DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO

Fecha	Labores	Productor	Dosis/ha	Efecto (8 días después)
	Siembra			
	Fertilización			
	Desyerbas (ó)			
	Control Químico			
	Aporques			
	Control Plagas			
	Control Enferm.			
	Otras Labores			
	Cosecha			

Observaciones:

BIBLIOTECA AGRICULTURARIA
DE COLOMBIA

11. FECHAS DE ALGUNAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CULTIVO

- Iniciación de germinación (25% germinado) _____
- Iniciación macollamiento (25%) _____
- Iniciación floración (25%) _____
- Estado lechoso (25%) _____
- Estado masoso (25%) _____
- Estado de maduración (25%) _____

12. FALLAS EN GERMINACION (Anotar sólo las que tengan más del 20% de pérdida)

No. de Parcela	% de Pérdida	No. de Parcela	% de Pérdida	No. de Parcela	% de Pérdida
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____

Cuando hay varias categorías de de daño, el factor se convierte en:

$$F_4 = \frac{\# \text{ de mazorcas } \times \% \text{ de daño} + \# \text{ de mazorcas } \times \text{daño}}{\# \text{ de mazorcas cosechadas}}$$

5. FACTOR PARA CORREGIR POR ENFERMEDADES

$$F_5 = \frac{\# \text{ de mazorcas } \times \% \text{ de daño}}{\# \text{ de mazorcas cosechadas}}$$

6. FACTOR PARA CORREGIR POR FALLAS EN POLINIZACION

$$F_6 = \frac{\# \text{ de mazorcas } \times \% \text{ de falla}}{\# \text{ de mazorcas cosechadas}}$$

34. Villota, M.M. 1974. Segunda aproximación a las prácticas de fertilización y densidad de población del frijol de hábito definido en parte del Valle de México. Colegio de Post-graduados. Chapingo, México. Tesis M. Sc.

35. Villota, M.M. 1984. Las variables estocásticas en la productividad agrícola. Colegio de Post-graduados. Chapingo, México. Tesis Ph.D. 160p.

36. Woolley, J. 1983. Avances en la investigación a nivel de finca sobre sistemas de cultivos que incluyen frijol. En: Taller Internacional sobre Sistemas Agrícolas. Santiago de Chile, 1984. Palmira, CIAT. 31p. (Mimeografiado).