



Henry Pedroza Pacheco

Dennis Salazar Centeno

OUTPUT

*UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA*

LOG

*SISTEMA DE ANALISIS ESTADISTICO
CON ENFOQUE DE
INVESTIGACION EN FINCA*

PROGRAM

*ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL
EPV - FAGRO
UNA*

*Managua, Nicaragua
Octubre, 1998*

INDICE GENERAL

CONTENIDO

PAGINA

CAPITULO 1. INVESTIGACION CIENTIFICA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

1.1. INTRODUCCION	1
1.2. OBJETIVO E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA	2
1.3. EL CONCEPTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE	3
1.4. INVESTIGACION CIENTIFICA Y SOSTENIBILIDAD	7
1.5. CAUSAS Y EFECTOS DEL INADECUADO PROCESO DE ADOPCION TECNOLOGICA EN NICARAGUA	9
1.6. EL NUEVO DESAFIO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO TECNOLOGICO	16
1.7. TECNOLOGIA, COMPETITIVIDAD E INTEGRACION	19

CAPITULO 2. INVESTIGACION DE TIPO EXPERIMENTAL

2.1. ENSAYOS DE EXPERIMENTACION PROPIAMENTE DICHOS	22
2.2. ENSAYOS DE VALIDACION TECNOLOGICA	28
2.2.1. Marco de Referencia General	28
2.2.2. Ensayos de Validación Tecnológica	30
2.2.3. Objetivos de la Validación Tecnológica	32
2.2.4. Priorización de Tecnologías a Validar	32
2.2.5. Consideraciones Prácticas para Establecer Ensayos de Validación Tecnológicas	34
2.2.5.1. Diseño de los Ensayos de Validación Tecnológica	35
2.2.5.2. Los Tratamientos en el Ensayo de Validación Tecnológica . . .	35
2.2.5.3. Número de Repeticiones en el Ensayo de Validación	36
2.2.5.4. Tamaño y Forma de Parcela en el Ensayo de Validación	37

CAPITULO 3. INVESTIGACION DE TIPO NO EXPERIMENTAL

- 3.1. ASPECTOS CONCEPTUALES, CARACTERISTICAS Y CONTEXTO 39**
- 3.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA ENCUESTA COMO
INSTRUMENTO DE LA INVESTIGACION NO EXPERIMENTAL 42**

CAPITULO 4. EL DIAGNOSTICO RURAL RAPIDO

- 4.1. ANTECEDENTES Y MARCO CONCEPTUAL 45**
- 4.2. ESTRATIFICACION Y ELECCION DE UNA MUESTRA
DE ENTREVISTADOS 47**
- 4.3. LA ENTREVISTA SEMI-ESTRUCTURADA 48**

CAPITULO 5. DIAGNOSTICO AGRO-SOCIO-ECONOMICO CON ENFOQUE DE SISTEMAS

- 5.1. MARCO DE REFERENCIA 54**
- 5.2. EL SISTEMA DE PRODUCCION AGROPECUARIO 55**
- 5.3. ETAPAS DEL DIAGNOSTICO AGRO-SOCIO-ECONOMICO 57**
 - 5.3.1. El Estudio de las Fuentes Secundarias 57**
 - 5.3.2. El Sondeo y Recorrido de Campo 57**
 - 5.3.3. Zonificación 60**
 - 5.3.4. La Historia Agraria 61**
 - 5.3.5. La Encuesta de Base 61**
 - 5.3.6. La Elaboración de la Tipología de los Sistemas de Producción 65**
 - 5.3.7. El Estudio de Casos 65**
 - 5.3.8. La Elaboración de Modelos 71**
 - 5.3.9. La Definición y Selección de los Problemas
por Estudiar y Recomendaciones 72**

CAPITULO 6. BASES PROGRAMATICAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE NICARAGUA

6.1. ESTRATEGIA NACIONAL DE CONSERVACION PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE (ECODESNIC)	74
6.1.1. Antecedentes del ECODESNIC	74
6.1.2. Consideraciones generales de la ECODESNIC sobre el Desarrollo Sostenible en Nicaragua	76
6.1.3. La Estrategia de Conservacion para el Desarrollo Sostenible de Nicaragua, -ECODESNIC-	82
6.1.4. Misión y Objetivos Generales de la Estrategia	82
6.1.5. Decisiones Estratégicas para el Desarrollo Sostenible. Areas de Intervención y Factores Claves	84
6.2. PLAN DE ACCION AMBIENTAL DE NICARAGUA: MARCO DE REFERENCIA DE LA POLITICA Y ESTRATEGIA AMBIENTAL DE NICARAGUA	86
6.2.1. Consideraciones Generales del PAANIC	86
6.2.2. Qué es el PAANIC ?	87
6.2.3. Objetivos del PAANIC	88
6.2.4. Estructura Metodológica del PAANIC	88

CAPITULO 7. NOTAS INTRODUCTORIAS AL SISTEMA DE ANALISIS ESTADISTICO

7.1. INTRODUCCION	92
7.2. BASES PARA EL CONOCIMIENTO DEL SISTEMA DE ANALISIS ESTADISTICO	93
7.3. COLOCANDO SUS DATOS DENTRO DE UN ARCHIVO DE DATOS SAS	94
7.4. COMO USAR LOS PROCEDIMIENTOS SAS ?	97

CAPITULO 6. BASES PROGRAMATICAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE NICARAGUA

6.1. ESTRATEGIA NACIONAL DE CONSERVACION PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE (ECODESNIC)	74
6.1.1. Antecedentes del ECODESNIC	74
6.1.2. Consideraciones generales de la ECODESNIC sobre el Desarrollo Sostenible en Nicaragua	76
6.1.3. La Estrategia de Conservacion para el Desarrollo Sostenible de Nicaragua, -ECODESNIC-	82
6.1.4. Misión y Objetivos Generales de la Estrategia	82
6.1.5. Decisiones Estratégicas para el Desarrollo Sostenible. Areas de Intervención y Factores Claves	84
6.2. PLAN DE ACCION AMBIENTAL DE NICARAGUA: MARCO DE REFERENCIA DE LA POLITICA Y ESTRATEGIA AMBIENTAL DE NICARAGUA	86
6.2.1. Consideraciones Generales del PAANIC	86
6.2.2. Qué es el PAANIC ?	87
6.2.3. Objetivos del PAANIC	88
6.2.4. Estructura Metodológica del PAANIC	88

CAPITULO 7. NOTAS INTRODUCTORIAS AL SISTEMA DE ANALISIS ESTADISTICO

7.1. INTRODUCCION	92
7.2. BASES PARA EL CONOCIMIENTO DEL SISTEMA DE ANALISIS ESTADISTICO	93
7.3. COLOCANDO SUS DATOS DENTRO DE UN ARCHIVO DE DATOS SAS	94
7.4. COMO USAR LOS PROCEDIMIENTOS SAS ?	97

CAPITULO 8. INSTRUCTIVO DEL SAS PARA EXPERIMENTACION Y VALIDACION TECNOLÓGICA

8.1. SISTEMA DE ANALISIS ESTADISTICO APLICADO A LA EXPERIMENTACION AGRICOLA	99
8.1.1. Diseño Completamente Aleatorizado	99
8.1.2. Diseño de Bloques Completos al Azar	107
8.1.3. Diseño Cuadrado Latino	114
8.1.4. Análisis de Experimentos mediante Contrastes Ortogonales	121
8.1.5. Contrastes Ortogonales para Experimentos Factoriales	127
8.1.6. Experimentos Factoriales	131
8.1.7. Experimentos Bifactoriales en D.C.A.	133
8.1.8. Experimentos Bifactoriales en Bloques Completos al Azar	141
8.1.9. Experimentos Trifactoriales en Bloques Completos al Azar	149
8.1.10. Diseño de Parcelas Divididas	161
8.2. SISTEMA DE ANALISIS ESTADISTICO APLICADO A LA VALIDACION DE OPCIONES TECNOLOGICAS	169
8.2.1. Análisis Estadístico de los Ensayos de Validación Tecnológica	169
8.2.2. Análisis de Estabilidad Modificado	170
8.2.3. Distribución de los Intervalos de Confianza	182

CAPITULO 9. GUIA DE LABORATORIO DEL SISTEMA DE ANALISIS ESTADISTICO

9.1. SESION DE LABORATORIO No. 1: CONOCIENDO EL SISTEMA DE ANALISIS ESTADISTICO -SAS-	186
9.2. SESION DE LABORATORIO No. 2: DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR	194
9.3. SESION DE LABORATORIO No. 3: DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR	199
9.4. SESION DE LABORATORIO No. 4: TECNICAS DE SEPARACION DE MEDIAS Y CONTRASTES ORTOGONALES	204

9.5. SESION DE LABORATORIO No. 5:	
CONTRASTES ORTOGONALES PARA	
EXPERIMENTOS FACTORIALES	209
9.6. SESION DE LABORATORIO No. 6:	
ANALISIS BIFACTORIAL EN DCA Y REGRESION LINEAL	
PARA EL FACTOR A Y B	213
9.7. SESION DE LABORATORIO No. 7:	
ANALISIS BIFACTORIAL EN B.C.A.	
Y REGRESION CUADRATICA PARA A Y B	218
9.8. SESION DE LABORATORIO No. 8:	
ANALISIS TRIFACTORIAL EN B.C.A.	
Y REGRESION CUADRATICA PARA A, B y C	223
9.9. SESION DE LABORATORIO No. 9:	
DISEÑO DE PARCELAS DIVIDIDAS	228
9.10. SESION DE LABORATORIO No. 10:	
VALIDACION DE OPCIONES TECNOLOGICAS	233

CAPITULO 10. GUIA RAPIDA PARA USAR LOTUS 123

10.1. INTRODUCCION	237
10.2. INICIAR LAS OPERACIONES PARA TRABAJAR	
CON LOTUS 123	237
10.3. COMO CREAR O IMPORTAR ARCHIVOS ASCII	239
10.4. LOTUS PUEDE MANEJAR FORMULAS EN SUS CELDAS	239
10.5. ALGUNAS FUNCIONES EN LOTUS 123	240
INDICE DE CUADROS	241
INDICE DE FIGURAS	241
BIBLIOGRAFIA CITADA	242

AGRADECIMIENTO

Los autores del presente texto se han formado técnica y científicamente en la actual Universidad Nacional Agraria, específicamente en la Escuela de Producción Vegetal. Por tanto, agradecemos en primer instancia a las personas de esta institución que depositaron su confianza en nosotros, de forma que pudimos realizar nuestros estudios postgraduales en Europa y alcanzar el grado científico de Doctor en agricultura.

Durante nuestros estudios de post-grado recibimos las sabias enseñanzas y consejos de nuestros asesores: *Professor Zaprian Ivanov* y *Professor Ilia Delchev* de Bulgaria, y *Herrn Honorar-Professor Dr. agr. Jürgen Pohlen* de Alemania. Estos apreciados y respetados señores forjaron en nosotros elevados valores técnico-científicos, y humanos.

También agradecemos a nuestros colegas, docentes de la Universidad Nacional Agraria, quienes contribuyeron con sus consejos y transmisión de experiencias, en nuestro desarrollo didáctico y metodológico. Por tanto, a manera de retroalimentación, esperamos que este texto les sea de mucha utilidad en su abnegada labor docente.

Finalmente, agradecemos al Ing. MSc. Nicolás Valle Gómez, Decano de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria, por su esmero, disposición y apoyo para llevar a feliz termino la edición del presente texto.

Los autores

PRESENTACION

Tengo sumo gusto de presentar el resultado de un excelente trabajo del Dr. Henry Pedroza y Dr. Dennis Salazar. El presente texto, *"Sistema de Análisis Estadístico con Enfoque de Investigación en Finca"*, está dirigido a técnicos y profesionales que trabajan en el área de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria.

Iré al grano diciendo, en primer lugar que a través del presente texto, los autores proporcionan a los lectores la base teórica de las distintas formas de hacer investigación, principalmente en el sector agropecuario. Además, enfatizan en las etapas para establecer un programa de ensayos agronómicos en fincas; y como se pueden usar los resultados de la evaluación de los ensayos en fincas. Por otra parte, consideran acertadamente que el diagnóstico es la base para desarrollar impulsar y valorar proyectos de investigación y extensión del sector agrícola. Por tanto, explican metodologías de diagnóstico que son muy útiles para impulsar programas de desarrollo rural. Entre estas metodologías abordan: "El Diagnóstico Rural Rápido (DRR) o Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) y el Diagnóstico Agrosocioeconómico con Enfoque de Sistemas"

También, los autores hacen un análisis sobre las causas y efectos del inadecuado proceso de adopción de tecnología en Nicaragua, así como del nuevo desafío de la ciencia y tecnología para el desarrollo sostenible. Explican explícitamente la estrategia nacional para el desarrollo sostenible. Posteriormente, ofrecen a los lectores una serie de programas basados en el Software SAS para analizar datos provenientes de experimentos agrícolas y de validación tecnológica; así mismo proporcionan una guía rápida para crear y manipular bases de datos numéricos mediante el Software LOTUS 123.

Quiero destacar que la culminación de este valioso libro fue gracias a los estrechos lazos de amistad y de colaboración entre el Dr. Salazar y el Dr. Pedroza. No quiero finalizar esta presentación sin reconocerle al Dr. Pedroza su noble gesto de concederle a la Escuela de Producción Vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria, los derechos de autor de su libro *_Fundamentos de Experimentación Agrícola_*, que actualmente es el libro texto de la asignatura de Experimentación Agrícola.

Finalmente mis sinceras felicitaciones a los autores por el esfuerzo desplegado para hacer realidad este texto que seguro será de mucha utilidad a quienes están dedicados al trabajo de investigación agrícola.

Nicolás Valle Gómez
Decano-FAGRO-UNA

CAPÍTULO 1. INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

1.1. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua, una de las restricciones principales que ha afectado la eficiencia económica de la producción agropecuaria y que es un fuerte obstáculo para su reactivación y Desarrollo Sostenible, es el marcado atraso científico-técnico. Las deficiencias que han caracterizado los diferentes procesos de formación y capacitación del material humano, además de las causas de orden estructural, explican en parte, esta bajísima capacidad tanto en materia técnica como de investigación científica, instrumentos necesarios para el desarrollo económico-social nicaragüense.

La falta de planificación en algunos casos y la falta de seguimiento técnico a los planes en ejecución, han dado como resultado que las tecnologías adquiridas y utilizadas por los rubros productivos no hayan sido seleccionadas de acuerdo a disposiciones específicas para el desarrollo sostenible de Nicaragua. Por el contrario, ha sido el proceso "espontáneo" de adquisición e implementación de tecnologías lo que ha provocado serios daños ambientales tales como: La permanente y creciente deforestación; escasez y contaminación de los cuerpos de agua; la creciente erosión hídrica y eólica; la sobre dosificación de plaguicidas, etc.

Al observar algunos indicadores productivos del sector agropecuario nacional, se evidencia que la producción agropecuaria ha tenido rendimientos bajísimos por unidad de superficie. Cáceres (1993), señala que en 1990, el rendimiento promedio nacional de maíz y frijol fue de 16.7 qq/Mz y 9 qq/Mz respectivamente. En 1950 el rendimiento del café fue de 4.7 qq oro/Mz, el que ascendió a 9.0 qq oro/Mz en 1988. Un novillo para venta al matadero requiere 3.5 años, mientras que en EE.UU, requiere 1.5 a 2 años.

De tal forma que, los procesos de adopción e implementación de tecnologías en Nicaragua, en vez de elevar significativamente los índices productivos nacionales, han creado condiciones objetivas para la degradación y deterioro progresivo de los Recursos Naturales a Nivel Nacional.

A partir de la actual situación de transformaciones estructurales e institucionales que vive Nicaragua, se considera viable la posibilidad de integrar como un todo la problemática ambiental con la científico-tecnológica, en una nueva visión organizativa y programática por el desarrollo sostenible de Nicaragua.

De ahí que, es necesario transformar sustancialmente las políticas del Desarrollo Nacional; lo cual implica, transformar los sistemas de producción existentes, y evidentemente: El sistema de Investigación, Capacitación, Información, Transferencia de tecnologías, etc, en cada uno de los sectores productivos del país.

1.2. OBJETIVO E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

En el curso de Experimentación impartido en la UNA, se enfatiza en el objetivo de la Experimentación Agrícola, el cual consiste en *proporcionar la máxima cantidad de información relativa al problema bajo investigación*, (Pedroza, 1993), *de tal manera que ésta se obtenga en el menor tiempo posible, con los menores costos y con la menor cantidad de personal y de materiales*. Este objetivo no solamente es válido para la Experimentación Agrícola, sino, también para cualquier tipo de investigación, ya sea ésta Estratégica, Básica, Aplicada o Social. Por tanto, al emprender una investigación se deben tomar en cuenta los elementos ya mencionados para alcanzar la máxima eficiencia en cuanto a la generación de la información pertinente al problema bajo investigación.

La importancia de la investigación científica es que en ella descansa el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Entiéndase por ciencia el creciente cuerpo de ideas que puede caracterizarse como conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y por consiguiente fiable, (Bunge, 1958).

Por otra parte, la tecnología es el resultado de la aplicación del conocimiento científico para mejorar nuestro medio natural o artificial y para la invención de bienes materiales y culturales. De esto se deduce que no puede existir un desarrollo tecnológico sin un desarrollo científico.

En los países subdesarrollados, como Nicaragua, no ha existido un desarrollo tecnológico que responda a su realidad, en el cual se tomen en cuenta los actores que intervienen en el proceso de generación, transferencia y adopción de tecnología, así como los factores ambientales, sociales y culturales. Al igual que el sector agrícola, también el sector industrial ha adoptado tecnologías, que se han generado en países desarrollados. Ejemplo típico de esta adopción es la Revolución Verde, mediante la cual se han deteriorado muchos agroecosistemas en nuestro país. La explotación indiscriminada forestal ha conducido a un desbalance ecológico, el cual es muy sentido, principalmente, por la población rural y los sectores más empobrecidos de nuestro país.

En base a estos ejemplos, se puede decir que la investigación científica y la adopción de tecnologías en Nicaragua no han contribuido, en general, a un desarrollo económico con Equidad, Competitividad y Sostenibilidad, de manera tal que se esté en armonía con el ambiente. Por tanto existe una tarea que tiene que ser impulsada por las instituciones formadoras de profesionales y técnicos, mediante la cual se les brinde a estos actores de generación y transferencia de tecnologías los elementos necesarios para desarrollar tecnologías que no contribuyan más al deterioro de nuestros recursos naturales, sino por el contrario lo mantengan y desarrollen.

1.3. EL CONCEPTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE

De nuestros abuelos, a menudo hemos escuchado expresiones tales como:

- **Ahora los inviernos son malos, en mis tiempos llovía el primero de mayo y se cosechaba. Había comida, y aunque eramos pobres, no pasabamos estas crisis de ahora.**
- **El despale ha corrido las lluvias. En mis tiempos habían maderales. El pochote hasta para formaleas se usaba, ahora con costo se consigue una tabla de pino y a precio de oro.**
- **Mi papá cultivaba su maíz y sus frijoles sin usar ningún veneno ni abono. Cosechaba bastante, no había plata, pero los inviernos eran copiosos.⁽¹⁾**

Estas expresiones populares, indican como la productividad de la agricultura en nuestro país se ha ido desmejorando a causa de la acelerada y creciente deforestación. Los efectos directos que esto ha ocasionado son daños serios en los ecosistemas naturales del país, como son la Desertificación de la región de Occidente, el proceso de desecamiento de los ríos, los graves procesos de erosión eólica e hídrica, el deterioro de las cuencas hidrográficas, la escasez creciente de leña, la reducción de la diversidad genética, la extinción de especies de fauna y flora, etc.

A su vez, la sobredosificación de agroquímicos, y el laboreo mecanizado intensivo de los suelos, han sido factores determinantes para provocar la contaminación ambiental por un lado y de las fuentes de agua por otro. El desbalance ecológico provocado, contribuye a aumentar los problemas de explosión de plagas y el incremento de las enfermedades bronco respiratorias en la Región Occidental del país, etc.

De tal forma que, el mal uso y falta de preservación de los recursos naturales en Nicaragua, en los últimos 40 años aproximadamente, ha desmejorado notablemente las condiciones de vida de los pequeños y medianos productores, campesinado y población urbana en general, reforzandose así el círculo vicioso de **Desempleo - Pobreza - Deforestación**.

La práctica de la agricultura realizada demuestra que el modelo implementado es insostenible. Ha faltado implementar la producción agropecuaria bajo la perspectiva de Sistemas, haciendo ver que la parcela, la finca, nuestro país y el mundo entero es un sistema complejo.

Lo anterior indica que se debe conocer muy bien los componentes de nuestros sistemas de producción; así como, las interrelaciones que se dan entre estos componentes, a fin de manejar los sistemas de manera que siempre tengamos producción, económicamente rentable y ecológicamente sana.

⁽¹⁾ Conversación personal con el Ing. MSc. Nicolás Valle Gómez. Decano de la FAGRO - UNA

La idea, ahora tan de moda, de Agricultura Sostenible quiere decir cultivar la tierra de manera que no se provoquen sequías, plagas incontrolables, empobrecimiento de los suelos, etc., usando el mínimo de recursos externos para asegurar a largo plazo y en un ambiente sano y propicio, las necesidades de alimento y materias primas para las presentes y futuras generaciones.

Las reflexiones antes expuestas, motivan a la revisión detenida del Concepto Desarrollo Sostenible:

"La humanidad posee la capacidad de conseguir que el desarrollo sea sostenible, esto es, de garantizar que el desarrollo satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de atender a sus propias necesidades. La noción de desarrollo sostenible presupone límites que, si bien no son absolutos, vienen impuestos por el estado actual de la tecnología y la organización social de los recursos ambientales y por la capacidad de la biosfera de absorber el efecto de las actividades humanas".

Se han dado otras definiciones del desarrollo sostenible, tanto antes como después de ésta acreditada cita extraída de **Nuestro Futuro Común**, informe que fue elaborado en 1987 por la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo, Comisión de las Naciones Unidas presidida por la Primer Ministro Gro Harlem Brundtland de Noruega.

En todas esas definiciones está presente la exigencia de que esas modalidades de desarrollo sean sostenibles en un triple sentido: Ecológico, Económico y Social.

El desarrollo no deberá deteriorar severamente los recursos naturales como el agua y el suelo y la vegetación sobre los que se asientan las actividades económicas y sociales humanas. El segundo aspecto de la sostenibilidad del desarrollo es de orden económico, y consiste en garantizar el flujo continuado de bienes y servicios derivados de los recursos naturales de la tierra. El tercer elemento se refiere a la necesidad de mantener sistemas sociales sostenibles en el plano internacional, local y familiar a fin de seguir la distribución equitativa de los beneficios procedentes de los bienes y servicios producidos y de los sistemas sostenidos sobre los que se sustenta la vida, (OMM, 1992).

No es tan sencillo definir lo que significa Desarrollo Sostenible, al igual que otros conceptos trascendentales para la sociedad, tales como desarrollo económico, bienestar o democracia. La dificultad de arribar a una definición precisa del termino no elimina, sin embargo, la imperiosa necesidad de contar con una definición de desarrollo sostenible, la cual guíe la formulación de políticas congruentes con el desarrollo agropecuario sostenible.

El Oxford English Dictionary define "sustainability" como sigue: "Sostenible, que es capaz de ser soportado, mantenible. Sostener es apartar a una persona, comunidad, etc. de fracasar o ceder; continuar, mantener al nivel propio, soportar la vida, la naturaleza, etc. con las necesidades".

Los tratadistas del tema han elaborado un amplio conjunto de definiciones más precisas; agrupando estas definiciones en siete categorías, según el elemento que enfaticen, (IICA, 1992).

Las categorías son las siguientes: desarrollo humano; desarrollo sostenible y sociedad sostenible; desarrollo regional sostenible; programas y proyectos sostenibles; ecodesarrollo y ecosistemas; uso sostenible de la energía y agricultura sostenible. En general, las definiciones del concepto de la sostenibilidad incluyen algunos o todos los conceptos relacionados con la sostenibilidad ecológica, económica y social.

Las definiciones relacionadas con el desarrollo humano vinculan el desarrollo sostenible con aspectos como crecimiento económico equitativo y sostenibilidad de la producción a largo plazo.

Girt (1990), plantea la reconciliación de factores económicos y sociales con los aspectos ambientales y la aplicación de los principios de las ciencias económicas dentro del marco de referencia suministrado por las ciencias biofísicas.

FAO (1988), vincula desarrollo sostenible y sociedad sostenible. Para este organismo desarrollo sostenible es el manejo y conservación de la base de recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional, de tal manera que asegure la continua satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras.

A partir del amplio conjunto de las definiciones agrupadas en las siete clasificaciones. El IICA ha elaborado una definición que toma elementos pertinentes a varias de ellas:

■ La sostenibilidad de la agricultura y de los recursos naturales se refiere al uso de los recursos biofísicos, económicos y sociales según su capacidad, en espacio geográfico, para mediante tecnologías biofísicas, económicas, sociales e institucionales obtener bienes y servicios, directos e indirectos de la agricultura y los recursos naturales para satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

El valor presente de los bienes y servicios debe representar más que el valor de las externalidades e insumos incorporados, mejorando, o al menos manteniendo en forma indefinida, la productividad futura del ambiente biofísico y social. Además, el valor presente debe estar equitativamente distribuido entre los participantes del proceso.

■ Un aspecto fundamental de la discusión de la sostenibilidad es la capacidad de carga de los diferentes ecosistemas. La capacidad de carga, o sea la población que puede soportar a largo plazo un ecosistema dado, sin deteriorarse, dependen esencialmente de tres factores principales:

- ◆ **Los recursos disponibles,**
- ◆ **El consumo de cada individuo y**
- ◆ **La tecnología para el mejor uso de los recursos.**

La capacidad de carga aumenta con los recursos y con la eficiencia de la tecnología, pero disminuye cuando crece el consumo individual.

Los elementos que se derivan del predominio de una visión a corto plazo de los individuos y de la sociedad explican la resistencia a la adopción amplia de las tecnologías más sostenibles, (IICA, 1992).

En particular, se destaca la definición que han adoptado los ONG miembros del Consejo Internacional de Agencias Voluntarias sobre desarrollo sostenible: **"Nuestro objetivo es adoptar una estrategia de desarrollo que maneje los recursos naturales de tal manera que provea para las necesidades básicas humanas de hoy mientras asegure los recursos del mañana"**. Para esto, García & Devereaux (1993), establecen que se debe:

- a.▶ **Reconocer que los seres humanos son la esencia del desarrollo sostenible tanto como actores como beneficiarios del mismo.**
- b.▶ **Fomentar la producción de alimentos preservando el medio ambiente; así como, las políticas agrícolas que permitan reforzar la seguridad alimentaria y la autonomía.**
- c.▶ **Proveer la energía necesaria para las necesidades humanas causando la menor destrucción posible del medio ambiente.**
- d.▶ **Conservar los entornos naturales esenciales y la Biodiversidad.**
- e.▶ **Reconocer el impacto que tienen los problemas de población en el desarrollo sostenido y respetar el derecho a la salud, tener acceso a la información y a los servicios de planificación familiar.**
- f.▶ **Respetar y proteger las tradiciones culturales y étnicas de las poblaciones.**
- g.▶ **Promover la autosuficiencia financiera y técnica mediante la realización de proyectos generadores de ingresos y la transferencia de tecnología apropiada.**
- h.▶ **Reconocer el derecho a que sean satisfechas las necesidades humanas en materia de salud, vivienda, educación y nutrición.**
- i.▶ **Respetar y favorecer la participación de los pueblos, así como fortalecer su capacidad de organización para lograr la autonomía en el ámbito del desarrollo.**

1.4. INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y SOSTENIBILIDAD

Con fines metodológicos-docentes, es conveniente abordar previamente, aunque sea de forma muy breve, algunos elementos conceptuales sobre Ciencia y Tecnología.

La ciencia como actividad -como investigación- pertenece a la vida social; en cuanto se le aplica al mejoramiento de nuestro medio natural y artificial, a la invención de manufactura de bienes materiales y culturales, de este modo la ciencia se convierte en tecnología.

La ciencia puede considerarse como un bien por sí mismo, tal como un sistema de ideas establecidas provisionalmente, ésto es conocimiento científico; así mismo, como una actividad productora de nuevas ideas, esto es investigación científica, (Bunge, 1958).

La fuerza de la ciencia está en sus generalizaciones en el hecho de que tras lo aleatorio o "casual", investiga y establece leyes objetivas sin cuyo conocimiento no es posible desplegar una actividad práctica y orientada hacia un determinado objetivo. La fuerza motriz de la ciencia estriba en las necesidades del desarrollo de la producción material, en las necesidades del avance de la sociedad.

El progreso de la ciencia consiste en pasar del descubrimiento de nexos de causa-efecto y de conexiones esenciales relativamente simples, a la formulación de leyes del ser y del pensar más profundas y básicas, (Rosental & Ludin, 1981).

De manera que, puede entenderse la Ciencia como la forma creciente de la actividad humana que genera el conocimiento y propicia el surgimiento de nuevas, mejores o peores herramientas tecnológicas en la esfera del trabajo del hombre.

De esta forma, la ciencia se convierte en la actividad creativa donde se dá origen a las modernas tecnologías y por tanto, es en la orientación de dicha actividad humana donde puede y debe incidirse para crear tecnologías, al menos no destructivas en términos ecológicos.

Por tanto, la tecnología es esencialmente la forma de producir y consumir que el hombre, en general, y cada grupo social, en particular, ha venido desarrollando y mejorando a través de los tiempos. Se constituyen así, las diferentes tecnologías en factores que pueden incidir de manera determinante en el daño al medio ambiente.

La ciencia también auxilia de manera directa toda actividad de vigilancia y prevención ambiental, al brindar las herramientas esenciales para el diagnóstico y el tratamiento. Desde el punto de vista metodológico es conveniente considerar por separado los aspectos científicos de los tecnológicos.

En el caso particular de la realidad que vivimos en nuestro país, según el nivel de desarrollo y la situación ambiental diagnosticada, *ocupa mayor prioridad el problema tecnológico, esto*

no excluye la necesidad de fortalecer las instalaciones científicas y a su personal, máxime aquellas que puedan incidir prontamente en la problemática tecnológica del país, (ECOT-PAF/IRENA, 1991).

Además de los aspectos conceptuales y funcionales de ciencia y tecnología, es importante considerar la relación general del modelo de generación de tecnología que ha sido implementado en Nicaragua y la sostenibilidad de tales procesos. En ese sentido, los procesos de investigación conducidos en nuestro país no difieren sustancialmente de los acaecidos en la región Centro americana.

De tal manera que, el modelo de generación de tecnología se considera, ha sido otro factor que explica la falta de sostenibilidad de la agricultura actualmente. Una mirada hacia los últimos cuarenta años, revela que el patrón de generación de tecnología se explica, en gran parte, por los grupos que controlaban las investigaciones y por supuesto, los que las realizaron.

No fueron los planificadores nacionales, sino el enfoque comercial y/o empresarial exógeno, los que determinaron los objetivos de la investigación en Nicaragua, esencialmente la producción y la rentabilidad a corto plazo, que debía ser lograda a través de la reducción de los costos y de la mano de obra.

Se implementó entonces, una investigación de tipo adaptivo, "copiado" de modelos extranjeros, realizada fundamentalmente por agrónomos, con una tendencia marcada hacia la producción y la especialización, siguió por tanto, un enfoque reduccionista, el cual enfatizó un elemento del sistema aislando todos los demás. La perfección de los resultados prevaleció a menudo sobre la aplicabilidad de los resultados. Era entonces el **paradigma del desarrollo agropecuario basado en una visión productivista del agro.**

Así, fue parte de la investigación desarrollada, el ignorar voluntariamente todos los fenómenos naturales no demostrados, rechazando adoptar todas las observaciones que no procedían de un estricto diseño experimental. Se puede hablar en cierto modo de una perversión del método científico, que llegó a encontrar su justificación en sí mismo.

Bajo estas circunstancias, no es de extrañar que las tecnologías que resultan de este modelo, sólo puedan aplicarse estrictamente a condiciones muy favorables y uniformes; por tanto, los rangos de validez para su aplicación sean muy estrechos y se ignoren el largo plazo y sus incertidumbres.

Paralelamente al modelo antes descrito, otro patrón de generación de tecnología ha estado en marcha en las zonas menos favorables, entre usuarios que no son técnicos, con una visión global de sus sistemas, inseparable de su modo de vida familiar, social y cultural. Se trata de una investigación informal de prueba y error, practicada con éxito desde la antigüedad.

Este modelo se ve limitado cuando los campesinos están "desarraigados", fuera del contexto en el cual crecieron, o cuando la magnitud de los problemas sobrepasa las capacidades de adaptación.

Así mismo, dos nuevos tipos de actores han hecho su entrada en la escena de la generación de tecnología, con un papel protagónico. Por una parte, los Sociólogos, los Antropólogos reciben más atención pública; por otra parte, los Ecólogos, preocupados por todos los elementos de la biosfera, están tomando en sus manos una parte importante del desarrollo tecnológico que estaba reducido antes solamente a los agrónomos.

"Dado que el patrón de desarrollo tecnológico que ha predominado en Centro América no ha seguido un enfoque dirigido a la sostenibilidad, se hace necesario la conjugación de los diferentes enfoques mencionados, para que surja un paradigma de sostenibilidad basado en la ecología, con los ecosistemas como centro de atención (el ser humano como parte central del ecosistema), con un enfoque de sistemas, con una investigación de tipo eminentemente participativa, observando en primer grado las interacciones entre los elementos, favoreciendo la diversificación, buscando la optimación de la "productividad" del sistema (todos los productos y servicios), así como el mantenimiento del capital ecológico", (IICA, 1992).

En ese sentido ECOT-PAF/IRENA (1991), establece que se debe implementar una nueva gestión ambiental en Nicaragua, lo cual implica desarrollar la capacidad organizativa para propiciar un proceso de avance tecnológico nacional en etapas, iniciando con el desarrollo de capacidades de selección y asimilación, y continuando con capacidades para copiar, modificar y como fase meta, capacidad para desarrollar tecnologías apropiadas en sectores claves de la vida económica nacional.

1.5. CAUSAS Y EFECTOS DEL INADECUADO PROCESO DE ADOPCIÓN TECNOLÓGICA EN NICARAGUA

El desarrollo sostenible depende, ante todo, de la definición de políticas nacionales, y su alcance pleno está sujeto a factores que se encuentran a menudo fuera del dominio de la tecnología. Aspectos tales como manejo de suelos y aguas, control biológico de plagas, uso de materia orgánica, etc., son importantes a nivel de finca, pero también lo son el acceso al conocimiento tecnológico, a los insumos, al crédito y a los mercados, elementos que son esenciales para el verdadero desarrollo, (IICA, 1992).

De los criterios antes expuestos, es necesario analizar el "Modelo de Desarrollo" que ha predominado en Nicaragua, para examinar los elementos presentes en él, que han conducido a la adopción de políticas no sostenibles. Ante todo, es necesario destacar brevemente, algunos rasgos históricos que han caracterizado la economía nicaragüense, ya que han sido determinantes en el establecimiento de las tecnologías predominantes.

- La explotación de recursos naturales (madera, caucho, oro) realizada por empresas extranjeras en base a concesiones;
- La agricultura de subsistencia;
- La inserción de Nicaragua en el mercado internacional de productos agrícolas (café, algodón, caña de azúcar), generándose un incipiente proceso de acumulación y formación de capital en el sector comercial, financiero e industrial. Sin embargo, el capital nacional en formación no ha guardado proporciones con la amplia dotación de recursos naturales del país. Así, se dió paso al denominado "Modelo Agroexportador", (Rayo, 1993).

Con la "modernización" de la agricultura nicaragüense en la década de los años 1950, fueron implementadas una serie de tecnologías que modificaron profundamente los sistemas de producción anteriores. La "*introducción de estos nuevos paquetes tecnológicos*" estuvo estrechamente vinculado al cultivo del algodón principalmente en la planicie de Occidente de Nicaragua.

La mecanización intensiva, el uso de insumos importados y semillas mejoradas, el impulso de la investigación formal, la educación superior agropecuaria, etc., son algunos ejemplos de los avances introducidos que produjeron inicialmente un enorme auge económico denominado entonces como el "**BOOM ALGODONERO EN NICARAGUA**". Desde entonces, el uso de plaguicidas en Nicaragua ha sido el más intensivo de Centroamérica.

Las importaciones de estos agroquímicos en el país se elevaron hasta alcanzar un récord de más de 19 millones de Kilogramos en 1965. Centroamérica llegó a absorber el 40% de las exportaciones de plaguicidas de los Estados Unidos hacia América Latina, (Castillo & de Vos, 1988; Swesey et al., 1986; citados por Vaughn, 1993).

A partir de los años 60, la situación hizo crisis varias veces en el sector agrícola cuya economía llegó al borde del desastre, pero el país pudo desarrollar los mecanismos para superar las sucesivas quiebras a través de la investigación, el estudio y la formación de técnicos. Con esas bases, se ejecutaron proyectos de asistencia técnica que, aunque exitosos, no lograron continuidad y operatividad por los constantes giros de las políticas agrícolas, factores adversos de mercado externo y la tradicional inestabilidad institucional, complicada por situaciones catastróficas naturales y convulsiones sociales, (Vaughn, 1993).

De modo que, tal prosperidad no duró mucho. La mecanización intensiva, la deforestación irracional, la sobredosificación de agroquímicos, con el subsecuente incremento en los costos de producción, unido a la caída de los precios internacionales del principal producto de agroexportación, etc., dieron como resultado, tres décadas más tarde, un desolador panorama para el sector agropecuario del occidente de Nicaragua y su inevitable impacto negativo sobre la economía nacional.

Por tanto, la implementación del modelo agroexportador basado en el monocultivo y comercialización de unos pocos productos agropecuarios, a mediano y largo plazo, en vez de elevar significativamente los índices productivos nacionales, creó las condiciones objetivas para el deterioro progresivo de los recursos naturales a nivel nacional, y con ello la dependencia e insostenibilidad de la producción agropecuaria en Nicaragua.

Por otra parte, las inversiones extranjeras no han jugado un papel dinamizante del desarrollo tecnológico del país, pues han sido sumamente reducidas. La incidencia externa en la economía nacional ha sido principalmente de penetración comercial. La influencia cultural y las prácticas mercantiles de las potencias industriales han determinado las pautas de consumo de la población y las artesanías y manufacturas nacionales han venido decreciendo para dar lugar a los productos manufacturados en Europa, Estados Unidos y Japón en orden histórico y en magnitud creciente para los dos últimos países mencionados.

De tal forma que, las tecnologías adquiridas y utilizadas por los rubros productivos han sido seleccionadas principalmente por las facilidades crediticias otorgadas por los países con los que se ha venido realizando el comercio exterior nicaragüense, y no ha sido la lógica micro-económica, ni disposiciones específicas para el desarrollo tecnológico nacional las que han determinado las adquisiciones de tecnologías, exepcto las cartas tecnológicas utilizadas por el sistema de créditos agrícolas, la cual en muchos casos se convirtió en camisa de fuerza para la introducción de nuevos métodos, (Rayo, 1993).

Durante el proceso de elaboración del Plan de Acción Ambiental de Nicaragua, uno de los temas transectoriales fue el de Ciencia y Tecnología. Para abordar con profundidad el tema se reunieron unos 25 especialistas de diversos sectores, instituciones y niveles, para establecer el árbol del problema y la matriz de planificación correspondiente. Esto con el propósito de elaborar el diagnóstico y propuesta de acciones priorizadas de este importante tema.

Los especialistas reunidos luego de profundas discusiones, alcanzaron consenso sobre las interrelaciones causa-efectos y el problema focal que definen el tema de ciencia y tecnología en Nicaragua. El consenso logrado sobre la interrelación de los factores, se presenta a continuación en el árbol de problema, (ver página 15).

Como puede observarse en el flujograma del Arbol de Problema, la falta de planificación estratégica nacional ha inducido la falta de políticas de desarrollo tecnológico y científico, así como la falta de continuidad de los planes de desarrollo que se han elaborado.

Intimamente vinculado a estos procesos, se encuentran la falta de políticas y regulaciones ambientales para el uso de tecnologías, la deficiente planificación intersectorial, la falta de sistemas de información modernos que apoyen la gestión gubernamental para el desarrollo del país y un presupuesto mal orientado y deficitario.

A su vez, tales factores conducen a **incoherencias en la estrategia de generación y transferencia de tecnología y la "no" correspondencia del sistema educativo nacional con las necesidades del desarrollo sostenible nacional**. Así mismo, éstos factores inducen, por una parte a una poca asignación de recursos para investigación y desarrollo, así como la desvinculación en los procesos de investigación y transferencia de tecnología, que se revierten en deficientes métodos de capacitación y generación-transferencia de tecnologías, repercutiendo en la falta de centros de documentación y el poco intercambio y divulgación de información científica y tecnológica.

Por otra parte, tales factores determinan también la deficiencia de los planes de estudio y la poca cobertura de la educación nacional, lo que conduce directamente a un bajo nivel educativo de la población, así como un bajo nivel científico de investigación y extensión.

Factores estrechamente vinculados, conducentes a la insuficiente oferta de tecnología local, poca aplicación de los resultados de la investigación nacional, bajo nivel educativo de la población, que junto a la falta de incentivos para la adopción de tecnologías, la poca reproducción y acumulación de capital, así como la baja capacidad y nivel de industrialización en su conjunto, han conducido al **"Inadecuado Proceso de Adopción y Desarrollo de Tecnología en Nicaragua"**.

Este proceso inadecuado, ha influido seriamente en la vida económica-social del país y ha provocado serios daños ambientales. Consecuencia directa de este proceso lo son el poco desarrollo industrial, el uso inadecuado del suelo, las practicas tecnológicas incorrectas y de ahí la explotación inadecuada de los recursos naturales.

Efectos directos del poco desarrollo industrial son los altos costos de producción y la baja calidad de los productos que dan como resultado el bajo valor agregado para los productos de exportación, agravándose así para Nicaragua el deterioro de los términos de intercambio, que conduce de manera directa a la escaza generación de divisas, reducción del poder adquisitivo y pérdida del potencial económico para la exportación, todo lo cual conlleva a la falta de crecimiento económico del país.

Efectos directos del uso inadecuado del suelo son también la baja productividad agrícola y pecuaria y la pérdida de productividad del suelo que explican la baja producción alimentaria y por tanto la alta dependencia de productos importados que agravan aún más, la escaza generación de divisas y la falta de crecimiento económico en Nicaragua.

Así mismo, efectos vinculados tanto a las prácticas tecnológicas incorrectas como a la explotación inadecuada de los recursos naturales son: El avance de la frontera agrícola, deforestación, contaminación del suelo, flora, fauna y agua, así como la erosión hídrica y eólica que ha provocado la pérdida de la capa fértil de más de 100 mil hectáreas en la llanura del pacífico. Estos procesos de deterioro de los recursos naturales a su vez dan como efecto: Disminución de flora, fauna, y fuentes de agua; así como, cambios climáticos y aumento irracional de la contaminación ambiental.

Por otra parte, la disminución de fuentes de trabajo como efecto directo del problema central han provocado hambre, éxodo rural, cambios en el estilo de vida y bajo nivel de vida en la población, lo que aumenta los procesos cíclicos de empobrecimiento.

Los efectos causados por el inadecuado proceso de adopción y desarrollo tecnológico, tales como: la falta de crecimiento económico, los graves desequilibrios ecológicos y los procesos cíclicos de empobrecimiento convierten en un fenómeno persistente el subdesarrollo económico-social del país.

Una breve síntesis del diagnóstico realizado sobre ciencia y tecnología Rayo (1993), revela que la actividad científica en Nicaragua es deficiente. Los centros de investigación cuentan con poco personal y por lo general de calificación limitada. En 1985 el inventario realizado del potencial científico nacional, indicó que se realizaron investigaciones en 66 instituciones distintas, involucrando a 650 investigadores, 250 asistentes de investigación y 941 técnicos de campo. Del número total de proyectos el 73% estaban ligados al sector agropecuario, el 11.5% al sector industrial y el 15.5% al sector terciario. Algunos indicadores sobre el estado actual de ciencia y tecnología en Nicaragua hasta 1993, se presentan en el cuadro 1.

Las actividades relacionadas con la publicación y divulgación de resultados son escasos, el único evento regular identificado es el Congreso sobre Generación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria, organizado anualmente por la UNA, el cual hasta hace poco (en 1993), incorporó los aspectos ambientales como línea de acción.

Existen grandes limitaciones en materia de información científico-técnica y solamente existen dos centros especializados: Centro Nicaragüense de Información Tecnológica (CENIT), fundado en 1974 con orientación hacia la industria. El centro que muestra mayor dinámica de desarrollo es el Centro Nicaragüense de Información Agropecuaria (CENIDA), de la Universidad Nacional Agraria (UNA). Agreguese a estos esfuerzos, el aporte del INTA con la reciente creación de un Centro de Documentación, en Septiembre de 1996.

La cobertura de asistencia técnica hacia el sector campesino es muy limitada pues los técnicos son pocos, con bajos salarios y escasos medios de operación; aún cuando existe entre los extensionistas conciencia de los daños ambientales, estos cuentan con poca preparación y medios para incidir significativamente en su solución.

La educación técnica agropecuaria e industrial avanzó en la década anterior mediante programas coordinados por el SINAFORP convertido en 1992 en INATEC; sin embargo, la oferta de centros de educación técnica es aún limitada, así como el poco prestigio de los oficios prácticos son factores que inciden en la masiva demanda para las universidades.

La relación de la Universidad Nicaragüense con el desarrollo científico-técnico ha seguido el modelo estructural de la Universidad Latinoamericana tradicional, centrando su actividad fundamental en la docencia; virando recientemente hacia un modelo que integra Docencia-Investigación-Extensión, con una nueva visión del desarrollo.

Otras causas importantes que han determinado el atraso tecnológico en Nicaragua son:

♦ La incipiente situación Institucional de Ciencia y Técnica. Actualmente en Nicaragua, no existen instituciones del Primer Nivel. Las instituciones del segundo nivel han existido de forma muy efímera por lo cual no se ha logrado consolidar políticas con efectos de importancia económica, ejemplo el INTA. Las instituciones del tercer nivel, sufren un alto grado de dispersión temática y carecen tanto de recursos humanos calificados como financieros. ♦ La Situación Legal en el área de Ciencia y Técnica es casi nula.

Cuadro 1. Estado Actual de Ciencia y Tecnología en Nicaragua.

POTENCIAL DE MEJORAMIENTO	
ACTIVIDAD	SITUACION
INVESTIGACION Y DESARROLLO	Incipiente, desarticulada, 80% Agrícola, 10% Geociencia, 10% Salud y otros.
DIFUSION Y EXTENSION	Solo en sector agropecuario desvinculado de investigación.
PLANIFICACION Y POLITICA CIENTIFICA	Primer Nivel: No existe Segundo Nivel: Solo Agropecuario Org. representantes comunidad científica: No existe.
CONSULTORIA E INGENIERIA	Cierto desarrollo en sector construcción.
NORMACION Y CONTROL DE CALIDAD	No hay sistema. Algunas normas sanitarias
INFORMACION CIENTIFICA TECNICA	Dos pequeños centros especializados (CENIT-CENIDA)
ACTUALIZACION EN CIENCIA Y TECNOLOGIA	Limitada y esporádica en Universidades, INCAE, CADIN, INAP, INCEG.
EDUCACION TECNICA	23 centros coordinados por INATEC.
ENSEÑANZA POSTGRADUADA	Más desarrollada en Medicina 13 especialidades. Una en MIP, Una en Ingeniería Ambiental, Una en Economía
CAPACITACION	Existen diversos organismos. No hay coordinación.

Fuente: Rayo, 1993. Diagnóstico y Propuesta de Plan de Acción en Ciencia y Tecnología.
Documento Temático del PAANIC.

1.6. EL NUEVO DESAFÍO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO

La aplicación de la ciencia y la tecnología agrícola se incrementó desde mediados del siglo XIX, aunque la mayor parte de las tecnologías no se adoptaron sino hasta después de 1930.

Los principales adelantos se produjeron en la fertilización con minerales, la selección genética y la protección de plantas, la alimentación del ganado y la lucha contra las enfermedades que lo atacan, y la mecanización. Aunque podría decirse que cada uno de estos elementos han contribuido a la obtención de incrementos específicos en los rendimientos de la agricultura o la ganadería, ello induciría a pasar por alto un punto fundamental: es la interacción de esos factores el principal elemento determinante del aumento de la producción en los países industrializados.

Las novedades en materia de equipo, las variedades mejoradas y los métodos de fertilización más eficaces influyen en forma variada y compleja no sólo unos sobre otros sino también sobre diversos factores de producción. Es el resultado global de esta acción recíproca lo que contribuye a aumentar el rendimiento.

Los aportes anteriores de la ciencia y la tecnología al desarrollo agrícola han planteado algunos problemas y no han satisfecho todas las necesidades. Además, el cultivo de tierras marginales, la producción intensiva de ganado y, en algunos casos, la utilización indiscriminada de productos químicos agrícolas, han dado lugar a cambios de carácter ecológico, al desgaste del suelo y a la contaminación ambiental, (FAO, 1988).

Por otra parte, ha sido denominador común del deterioro de los recursos naturales en los países subdesarrollados, la expansión de la frontera agrícola, que se ha utilizado como recurso tradicional para enfrentar los nuevos desafíos socioeconómicos, buscando específicamente fomentar nuevos asentamientos humanos en tierras "vírgenes", a menudo frágiles.

Así, los campesinos al empobrecerse, perpetúan las condiciones de deterioro: quema, sobrepastoreo, erosión, tala excesiva en cabeceras de cuencas. Por supuesto, la economía campesina no es la única responsable de la destrucción, sino que actúan también fuerzas poderosas, como la especulación territorial, el acaparamiento de incentivos para ganadería.

Por otro lado, el consumismo exagerado por parte de ciertos sectores de la población, ha reducido significativamente la capacidad de carga de los ecosistemas, aún con las mejores tecnologías disponibles y, por lo tanto, ha disminuido las posibilidades de desarrollo sostenible, (Brenes, 1991).

Tal como lo establece FAO (1988), si la ciencia y la tecnología han de tener un mayor impacto en los países en desarrollo, es preciso introducir cambios importantes en materia de políticas.

Las investigaciones anteriores han tendido a favorecer los cultivos comerciales exportables, los granos como el maíz y el arroz y en general, las zonas agroecológicas más favorables.

Los planes de desarrollo y las políticas económicas raras veces han prestado una atención especial a los problemas de los agricultores de escasos recursos y de las zonas en extremo marginales. Actualmente en el contexto del desarrollo sostenible es necesario prestar más atención a esos problemas, a los vínculos existentes entre la investigación y la justicia social, y a las necesidades tecnológicas de la mujer respecto a sus actividades agrícolas y domésticas.

En particular, para las instituciones de ciencia y tecnología en el sector agropecuario IICA, (1996), plantea que los desafíos comunes a considerar actualmente son: la transformación de la agricultura; la revolución científica y tecnológica; el cambio en los marcos de política (apertura, liberalización, privatización); las reformas del estado; la activación de la sociedad civil; la multiplicidad de actores en Investigación y Transferencia de Tecnologías Agropecuarias.

En aquellos casos en que, las estrategias nacionales de desarrollo estén bien orientadas, debe prestarse especial atención a los problemas institucionales para resolverlos, ya que generalmente son de la misma magnitud que los problemas técnicos. Si la orientación de la ciencia y la tecnología ha de centrarse más concretamente en esos problemas, debe basarse en un conocimiento profundo de los siguientes aspectos:

- Los ambientes físicos y biológicos de la producción;
- El potencial genético para una mayor productividad; y
- Las circunstancias socioeconómicas prevalecientes.

A continuación en el cuadro 2, se examinan las repercusiones de estos aspectos en la ciencia y la tecnología. De ningún modo debe suponerse que el nuevo enfoque anula los objetivos anteriores; en todos los casos, las tecnologías existentes pueden perfeccionarse ulteriormente y desempeñarán un papel importante en la futura producción agrícola.

Lo que en el cuadro 2 se pretende ilustrar, es el modo en que ha comenzado a variar el enfoque de la investigación y el desarrollo, debido en gran medida, a cambios mucho más pronunciados que la sociedad ha experimentado durante los últimos dos decenios y que se han reflejado en una serie de acontecimientos internacionales importantes ².

² Comenzando, por ejemplo, con la Conferencia de Estocolmo sobre el medio humano (Estocolmo, 1972). Otros acontecimientos de importancia decisiva fueron la Conferencia Mundial sobre Reforma Agraria y Desarrollo Rural (CMRADR) de 1979, el Noveno Congreso Forestal Mundial de 1986, la aprobación de la Convención sobre el Derecho del Mar en 1982, y el informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Brundtland) en 1987.

Cuadro 2. Cambios en la orientación de la investigación y el desarrollo agrícolas.

Objetivo anterior	Nuevo enfoque
<p><u>CULTIVOS</u> Grandes productores Tierras buenas Mayor productividad Cultivos de alto Rendimiento Mecanización Monocultivo Riego Fertilizantes minerales Plaguicidas químicos Número limitados de cultivos</p> <p><u>GANADERIA</u> Ganado mayor Grandes productores Pastos tradicionales Producción de alta intensidad de capital</p> <p><u>ACTIVIDADES FORESTALES</u> Plantaciones de una sola especie Producción forestal con fines industriales Mecanización de las operaciones de corta</p>	<p>Mejora de la calidad de los cultivos alimenticios de subsistencia Pequeños productores Tierras marginales Producción sostenible Cultivos resistentes a condiciones de cultivo desfavorables Tracción animal Cultivos intercalados Agricultura de secano Reciclaje de nutrientes Manejo Integrado de plagas Diversificación de cultivos Rotación de cultivos</p> <p>Pequeños rumiantes, Ganado menor, Aves de corral Pequeños productores Pastos mejorados Producción extensiva Alimentos más abundantes y de mejor calidad.</p> <p>Cultivos arbóreos para diversos usos Actividades forestales para el desarrollo de la comunidad, Sistemas agroforestales Tracción animal Arboles para la ordenación de cuencas hidrográficas Arboles para el mejoramiento del medio ambiente Ordenación de zonas protegidas</p>

Los nuevos objetivos propuestos por FAO (1988), pueden resumirse en cinco:

- ◆ **Aumentar la productividad utilizando métodos que no intensifiquen las fluctuaciones de la producción.**
- ◆ **No reducir el potencial del medio ambiente para sostener la producción indefinidamente en el futuro.**
- ◆ **Contribuir a aumentar los ingresos rurales.**
- ◆ **Además, muchos aspectos relacionados con la transformación, el almacenamiento y la preparación de alimentos, aún carecen de soluciones adecuadas y urge prestarles la debida atención.**
- ◆ **Dada la creciente escasez de leña en muchos países, quizás los problemas principales consisten en adecuar nuevos métodos para la preparación de comidas.**

Analizando las consideraciones antes expuestas, resulta evidente la evolución significativa que tiene el nuevo desafío de la ciencia y la tecnología para alcanzar un nuevo paradigma del Desarrollo Agropecuario en el mundo: Transita desde la visión productivista de la producción agropecuaria; añade el análisis socio-económico para crear la visión de Desarrollo Rural Integral; incorpora la dimensión de sostenibilidad y equidad, creando la visión sustentable de la producción agropecuaria; y finalmente acumula a los anteriores componentes, el componente de competitividad para dar una visión ampliada de la producción agroindustrial.

1.7. TECNOLOGIA, COMPETITIVIDAD E INTEGRACION

En América Latina se suceden, en los últimos años, cambios fundamentales en los enfoques del desarrollo económico e industrial y, como consecuencia de ello, en las bases que sustentan las estrategias y políticas correspondientes. Tales cambios corren paralelos, desde luego, con las transformaciones que se producen en el panorama mundial, caracterizado por el surgimiento de nuevas tecnologías y de nuevos modelos organizativos y gerenciales, la aceleración del cambio técnico con su consiguiente importancia en la economía, y la globalización de la economía y de los procesos innovativos.

Por otra parte, las capacidades de la región de Mesoamérica, (Centro América, Mexico, y el Caribe), se ven fuertemente limitadas por la reducción en investigación en general, consecuencia de la crisis económica que viven la mayoría de los países, así como también por su dispersión, por problemas institucionales y operativos de los sistemas científicos y tecnológicos, y por la evidente falta de vinculación con el sector productivo, (Trigo & Jaffé, 1991).

En Nicaragua, las políticas relacionadas con el desarrollo de tecnologías apropiadas a la realidad de los pequeños y medianos productores(as), hasta inicios de 1990, no habían sido orientadas para alcanzar el desarrollo tecnológico necesario, en la búsqueda de impacto económico, mediante el incremento de la oferta de bienes y servicios agropecuarios, para el mercado nacional e internacional, (Pedroza, 1997).

El modelo básico utilizado por las instituciones públicas semi-autónomas fue el del convertidor tecnológico, es decir, un mecanismo para facilitar la adaptación, difusión y adopción de tecnología disponible internacionalmente. La estrategia desarrollada estuvo apoyada en la disponibilidad de tecnología (básicamente materiales genéticos) y en la aplicabilidad relativamente generalizada de los insumos y maquinarias desarrollados en los países industrializados, (Trigo, Piñeiro & Sábato, 1983).

De hecho, durante las décadas de 1960, 1970 y 1980, existía en Nicaragua casi un monopolio estatal en cuanto a la oferta de tecnologías agropecuarias. Esta situación ha venido cambiando de manera muy significativa en la década del '90, teniendo su punto de inflexión más relevante con la creación del INTA, en agosto de 1993, con un enfoque de Generación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria -GTTA-, guiado por la demanda de su clientela: los Pequeños y Medianos Productores(as), (PMP).

Posteriormente, se incrementan estas transformaciones promoviendo la diversidad de participantes (públicos y privados), con la implementación del Fondo de Apoyo a la Investigación de Tecnologías Agropecuarias en Nicaragua -FAITAN-, a principios de 1997, con un enfoque de investigación basado en la amplia participación y competitividad de las diferentes instituciones (ONG's, Universidades, entes Públicos y Privados), que constituyen agentes importantes del Sistema Nacional de Generación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria, (SNGTTA).

Sin duda, hoy existe un modelo de generación y transferencia de tecnología agropecuaria más desarrollado, caracterizado más bien por la gran diversidad de participantes, tanto de cooperación externa, como del sector público y privado nicaragüense. Paralelamente, la mayoría de las redes y programas cooperativos concentran su atención en los rubros básicos y destinados al consumo interno. Este es otro aspecto que en Nicaragua, también va a sufrir aún mayores transformaciones a partir de 1997, en la medida en que progresen la apertura de los mercados en los países centroamericanos y los esfuerzos que desarrollemos los nicaragüenses por diversificar e intensificar nuestra agricultura y explotar, por esta vía, las nuevas oportunidades de mercado que se presentan, a partir de la gran diversidad genética que caracteriza a nuestro país.

En este nuevo contexto de desarrollo económico nacional e internacional, un nuevo modelo institucional de GTTA debe impulsarse en Nicaragua. Este nuevo modelo, debe impulsarse basado en los principios de *Modernización, Descentralización y Desconcentración de los procesos de GTTA*, para desarrollar el "concepto de mercado internacional y asemejarnos cada vez más al mercado mundial".

Producir para el mercado nacional equivale, cada vez más, a producir para la exportación. El mercado tiende a "globalizarse"; y *por supuesto, la clave para acceder a él es la competitividad*. En ese sentido, es obvio que hay una marcada tendencia hacia la *"globalización del manejo de la información tecnológica"*, como un medio importante para estimular la elasticidad de la oferta de productos en el mercado nacional e internacional, (Pedroza, 1997).

La apertura de la economía y la reorientación hacia los mercados de exportación, ya sea con base en los productos de exportación tradicionales o en las exportaciones no tradicionales, jerarquiza la importancia de la tecnología como fuente de ventajas comparativas dinámicas: por un lado, en los tradicionales permite la reducción de costo y el apoyo a la pequeña agricultura para que se integre a los mercados, y hace posible su supervivencia; por otra parte, en los no tradicionales, permite desarrollar los paquetes tecnológicos necesarios para explotar las nuevas oportunidades de mercado que se presenten, (Trigo & Jaffé, 1991).

En este contexto, la integración económica de los países Centroamericanos, así como, la institucionalización de diversos elementos de modernización tecnológica, tales como: implementación de la transferencia horizontal de tecnologías (**Spillover effects**), sistemas de información geográficos, estadísticos, bibliográficos, implementación de **INTERNET**, etc., deben llevarse a cabo, sin retrasos, con el propósito de acelerar la transformación de las estructuras productivas, de manera que logremos su inserción en el mercado internacional, en modos y condiciones diferentes al pasado.

De ahí que, el desarrollo de nuestras capacidades técnicas-científicas para generar, validar, adoptar y difundir para utilizar innovaciones tecnológicas en el campo, constituirá un elemento primordial para acelerar la competitividad e integración tecnológica y económica de nuestros países en la región Centroamericana, (Pedroza, 1997).

CAPITULO 2. INVESTIGACION DE TIPO EXPERIMENTAL

En terminos generales, las investigaciones se pueden clasificar de diferentes formas, según el criterio que se tome como referencia. Para los propósitos de este texto se considera útil tomar criterios en el sentido amplio del concepto investigación, tal como:

- Si la información es generada a través de la experimentación, la investigación se denomina: Investigación de Tipo Experimental
- Si la información es obtenida por métodos no experimentales, la investigación se denomina: Investigación de Tipo No Experimental.

En el presente capítulo, se hace una síntesis sobre el concepto y utilidad práctica de aquellas investigaciones de tipo experimental, que por su naturaleza requieren el uso de determinados modelos matemáticos para analizar los datos y poder extraer de ellos una información veraz. Por otra parte, se hace énfasis sobre las características, manejo y aplicabilidad de los Ensayos en Fincas. Posteriormente, en los capítulos 7 al 10, se describirán con detalle los métodos de análisis estadístico computarizados, mediante uso del software Sistema de Análisis Estadístico -SAS-, para completar el nivel de conocimiento del tema desde el simple conocer, hasta crear las habilidades necesarias para el dominio real, esto es, saber hacer, el análisis correspondiente de los datos experimentales.

2.1. ENSAYOS DE EXPERIMENTACION PROPIAMENTE DICHOS

Desde la antigüedad, aún mediante métodos empíricos, la investigación experimental le ha permitido al hombre acumular un importante bagaje de información, (Chris & Hildebrand, 1977). Este tipo de investigación se orienta fundamentalmente a la comprobación de determinadas hipótesis y presenta las mejores condiciones para el establecimiento de la relación causa-efecto, (Piura, 1994). Este tipo de estudio se basa en la manipulación deliberadamente de una o más variables independientes (supuestas causas) para analizar la consecuencia de esa manipulación sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos), dentro de una situación de control por el investigador, (Hernández *et al*, 1994). Esto se puede esquematizar de la siguiente manera:

Causa(s)

Efecto(s)

[variable(s) independiente(s)]

[variable(s) dependiente(s)]

X —————> Y

Por su parte la(s) variable(s) dependiente(s) no se manipula(n), sino que se mide(n) para ver el efecto de la(s) variable(s) independiente(s) sobre ella(s).

La manipulación o variación de una variable independiente puede llevarse a cabo en dos o más grados. El nivel mínimo de manipulación es dos (2). Esto es cuando se evalúan dos tratamientos, que en experimentación agropecuaria se conoce como muestras apareadas.

Manipular una variable independiente en varias modalidades o niveles (tratamientos) tiene la ventaja que se puede determinar si los distintos niveles de la variable independiente tienen diferentes efectos. Es decir, si la magnitud del efecto sobre Y depende de la intensidad del estímulo ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_t$). Ahora habría que preguntarse, cuántos niveles de manipulación de la variable independientes (tratamientos) deben ser incluidos?. Una respuesta exacta no se puede dar, solamente que debe haber al menos dos (2) niveles de manipulación y ambos tendrán que diferir entre sí. El problema bajo investigación, los antecedentes (estudios anteriores) y la experiencia del investigador pueden proveer alguna indicación sobre el número de niveles de variación que se necesita ser incorporado en cierto experimento, (Hernández *et al*, 1994).

En la estrategia de la investigación experimental, el investigador no manipula una variable sólo para comprobar lo que ocurre con la otra, sino que, al efectuar un experimento, es necesario realizar una observación controlada, (Van Dalen & Meyer, 1984; citado por Hernández *et al*, 1994). Dicho de otra forma, hacer control en un experimento es aislar la influencia de otras variables extrañas, que no son de nuestro interés, sobre la(s) variable(s) independiente(s).

Cuando se manipula una variable independiente con más de dos niveles de variación se utilizan diseños experimentales, que son nombrados unifactoriales. Entre éstos:

1. ► **Diseño Completamente Azarizado (DCA)**
2. ► **Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA)**
3. ► **Cuadrado Latino (CL)**
4. ► **Rectángulo Latino (RL)**
5. ► **Látices**

Los criterios para seleccionar qué tipo de diseño experimental se debe usar en un experimento, así como el procedimiento para su análisis estadístico se pueden consultar en las obras de: Pedroza (1993), Steel & Torrie (1990), Reyes (1982), Cochran & Cox (1981), Ostle (1981) y Little & Hills (1978), etc.

En general se puede decir que el DCA es un diseño muy útil bajo condiciones de laboratorio, invernadero, corral, etc; siempre y cuando se garantice únicamente el efecto de los diferentes niveles de la variable independiente bajo estudio sobre la(s) dependiente(s). En experimentos bajo condiciones de campo se usa principalmente el BCA. Existen condiciones experimentales en las cuales se debe usar el Cuadrado Latino y el Rectángulo Latino.

Si se tiene un gran número de niveles de la variable independiente y estos no son asignados en su totalidad a cada bloque se utilizan los Bloques Incompletos al Azar o Látices. Estos últimos son muy frecuentes en programas de investigación para fitomejoramiento.

Si se quiere determinar la influencia de dos o más variables independientes sobre la(s) variable(s) dependiente(s), las cuales tienen al menos dos niveles de variación cada una, se usan arreglos de tratamientos factoriales. Estos permiten al investigador evaluar los efectos de cada variable independiente sobre la(s) dependiente(s) por separado (llamados efectos simples y efectos principales); y los efectos de interacción de dos o más variables independiente. Así se tienen:

1. ► Bifactorial Propiamente dicho en DCA o BCA
2. ► Parcelas Divididas
3. ► Parcelas en Franjas
4. ► Trifactorial Propiamente dicho en DCA o BCA
5. ► Parcelas Subdivididas

Si se realizan ensayos unifactoriales, pero éstos se establecen durante varios períodos o en diferentes condiciones ambientales se pueden analizar todos los datos como arreglos de tratamiento factorial. Para la comprensión del lector lo ilustraremos con unos ejemplos.

Supóngase que se estudia el comportamiento de ocho (8) variedades de tomate durante tres ciclos agrícolas consecutivos y se ha evaluado el rendimiento agronómico de estos cultivares. Los datos correspondiente para cada ciclo se analizan como un experimento unifactorial en BCA. Sin embargo, si se quiere analizar los datos recopilados durante los tres ciclos agrícolas se hace un análisis de varianza que corresponda a un experimento bifactorial. La variable independiente A tendría tres niveles de manipulación (tres ciclos agrícola) y la variable independiente B tendría ocho niveles de variación (8 variedades). A este tipo de análisis estadístico se le conoce como Experimentos en Series, (De la Loma, 1966).

Otra situación sería que las ocho variedades de tomate se evaluarán en diferentes localidades, pero en el mismo ciclo agrícola. En este caso, la variable independiente A tendrá un grado de manipulación igual al número de localidades existentes.

En base a esta última situación se trata, de forma general, la cuarta fase que los programas de investigación y extensión están experimentando, la de participación del cliente. Para ello es necesario comprender el término "Sistemas Agrícolas", el cual ha sido aplicado desde 1970 a actividades diferentes, con puntos en común y propósitos similares, pero que usaban diferentes métodos para lograr sus objetivos. Hildebrand & Poey (1989), enumeran tres puntos comunes, que son los siguientes:

- 1 ♦ Interés por el agricultor de pequeña escala y de recursos limitados, los cuales estaban recibiendo un beneficio desproporcionadamente pequeño de la investigación, la extensión y otras actividades organizadas para el desarrollo tecnológico.

- 2 ♦ El reconocimiento de que para lograr un aumento en su productividad y un mejoramiento en su bienestar, es necesaria una inicial y cabal interpretación de la situación de los campesinos.
- 3 ♦ La participación de científicos y técnicos de varias disciplinas como medio para entender a la finca como un sistema completo, a diferencia de aislar a los componentes del sistema y estudiarlos separadamente.

Esta nueva fase se conoce como Investigación y Extensión de Sistemas Agrícolas (IESA), tiene que ver con la generación, evaluación y entrega de tecnología, esto implica que hay una mayor participación de científicos de las ciencias agrobiológicas en relación a las socioeconómicas, y la metodología pone énfasis en la investigación biológica en finca como parte crítica e integral de una secuencia de actividades, (Hildebrand & Poey 1989).

Según el CIMMYT (1988), para establecer un programa de ensayos agronómicos en fincas se deben de realizar las siguientes etapas:

- 1 ♦ El primer paso es el diagnóstico, el cual será abordado en el capítulo 4 y 5. Sin embargo, es indispensable destacar, que para que las recomendaciones se orienten al agricultor, la investigación debe de comenzar con el conocimiento de las condiciones de éste, el cual se logra realizando diagnóstico sobre el terreno. En este proceso hay que incluir las observaciones en las parcelas de los agricultores y las entrevistas con los mismos. El diagnóstico se utiliza para ayudar a identificar los principales factores que limitan la productividad agrícola y especificar las posibles mejoras.
- 2 ♦ Los datos que arroja el diagnóstico se emplean para planificar un programa de investigación experimental que abarque ensayos en los campos de los agricultores.
- 3 ♦ Los ensayos en los campos de los agricultores deberán establecerse en fincas representativas. Después del primer año, los resultados de los ensayos forman parte importante de la información que se usará para planear la investigación en los ciclos de cultivo subsecuentes. Durante el manejo del programa experimental se sigue realizando otros trabajos de diagnósticos, pues los investigadores continúan buscando información acerca de las condiciones y problemas de los agricultores que podría ser útil en la planificación de ensayos futuros.
- 4 ♦ Una vez obtenidos los resultados de los ensayos en fincas, se lleva a cabo una evaluación. En esta evaluación los investigadores deben de examinar los resultados con los agricultores a fin de obtener sus opiniones sobre los tratamientos que han observado en sus parcelas. Este hecho demuestra, que la evaluación del agricultor es fundamental.

Posteriormente, habrá que hacer la interpretación agronómica y los análisis estadísticos de los resultados de los ensayos. Finalmente se hace un análisis económico de los resultados, pues ayuda a los investigadores a considerarlos desde el punto de vista del agricultor, a decidir cuales tratamientos merecen mayor investigación y cuales recomendaciones se deben proponer a los agricultores. Los procedimientos que se realizan para el análisis económico de los tratamientos se pueden consultar en el manual metodológico de evaluación económica para la formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos editado por el CIMMYT (1988).

Los resultados de la evaluación de los ensayos en fincas pueden utilizarse para los siguientes fines.

►► Pueden emplearse para planificar investigaciones subsecuentes. Algunos experimentos tienen como meta esclarecer los problemas de la producción. Por ejemplo, determinar si ésta se ve limitada por la escasez de macroelementos o si un determinado manejo de malezas aumentará significativamente los rendimientos. Las respuestas a tales interrogantes dan a los investigadores información que podrán utilizar en trabajos posteriores. Dicha información puede ayudar a orientar la labor de la estación experimental.

►► Los resultados pueden usarse para formular recomendaciones a los agricultores. Ciertos ensayos comparan distintas formas de mejorar las prácticas actuales del agricultor. Esta información puede ayudar al agricultor a tomar decisiones respecto al manejo de su parcela.

►► Los resultados de los ensayos en fincas pueden utilizarse en ocasiones para suministrar a los responsables de formular las políticas agrícolas información del efecto que tienen las políticas actuales sobre el suministro de insumo o los reglamentos de crédito. También pueden usarse para analizar como se ejecutan las políticas.

- 5 ♦ Al formular recomendaciones para que los agricultores las adopten, los investigadores deben estar conscientes no sólo del elemento biológico en la agricultura, sino también del elemento humano. Con este fin, deben considerarse los objetivos del agricultor y de su familia, así como los factores que obstaculizan el logro de dichos objetivos.

Los ensayos agronómicos en fincas deben de satisfacer cinco (5) características o requerimientos, que según el CIMMYT (1988), son las siguientes:

- 1 ♦ Los ensayos deben de abordar problemas que son fundamentales para el agricultor. Es probable que al inicio el agricultor mismo no este consciente de un problema determinado, pero si la investigación no mejora la productividad de forma significativa, no le interesará y no valdrá la pena evaluarla. Así pues, los ensayos en fincas exigen un conocimiento adecuado de las condiciones agronómicas y socioeconómicas del agricultor.
- 2 ♦ Los experimentos deben examinar relativamente pocos factores (variables independientes) a la vez. Un ensayo en fincas con más de cuatro variables será difícil de manejar y quizá no sea congruente con el proceso de adopción gradual del agricultor.
- 3 ♦ Para comparar las prácticas del agricultor con las distintas alternativas a fin de formular una recomendación, dicha práctica deberá incluirse en los tratamientos del ensayo. De todas formas el agricultor querrá ver esta comparación.
- 4 ♦ Las variables no experimentales de un ensayo deben reflejar las prácticas del agricultor representativo.
- 5 ♦ Al manejo de las variables no experimentales no sólo deben ser semejantes a las prácticas del agricultor, sino que los ensayos deben sembrarse en localidades que representen sus condiciones.

Hildebrand & Poey (1989), afirman que conducir los experimentos en fincas no significa que se pasen por alto los métodos científicos. Como para cualquier otro tipo de investigación, se hace uso de los mismos métodos básicos. El diseño o arreglo experimental dependerá del reconocimiento de la región, las variables a ser medidas o controladas, la variabilidad ambiental y los objetivos específicos del ensayo. Debe ratificarse que es esencial un buen diseño para los ensayos conducidos en fincas, ya que a menudo es la clave para mantener la confianza de los agricultores y su credibilidad en la institución de investigación y en los investigadores mismos.

El diseño experimental más comúnmente usado en la investigación en fincas es el de Bloques Completos al Azar, usualmente con cuatro repeticiones en cada localidad. En el caso que se quiera establecer el mismo experimento pero en diferentes localidades se recomiendan almenos cinco (5) localidades. Los arreglos en parcelas divididas no se recomiendan, pero pueden ser necesarios cuando las condiciones ecológicas, o la naturaleza de las variables, impiden una aleatorización completa de las parcelas. Por ejemplo, cuando se están comparando niveles de fertilización con y sin riego.

Finalmente, se puede afirmar que conducir un programa de ensayos agronómicos en fincas no es más que hacer una *investigación aplicada*, que es emprendida específicamente con el propósito de obtener información para ayudar a incrementar la productividad de estos sistemas, tomando en consideración factores agroclimáticos y socioeconómicos.

Por otra parte, en las Estaciones Experimentales, Universidades e Institutos Superiores de Ciencias Agropecuarias se puede realizar una *investigación experimental Básica y Estratégica*, la cual provee información pero no pretende solucionar problemas a corto plazo.

La investigación Básica y Estratégica, se pueden hacer tanto a nivel de laboratorio como a nivel de campo. En los experimentos en laboratorio la varianza (efectos) de todas o casi todas las variables independientes posibles no pertinentes al problema bajo investigación se mantiene reducida a un mínimo. Por tanto, en los experimentos en laboratorio se logra un control más riguroso que en los experimentos de campo, pero estos últimos tienen mayor validez externa, es decir, que los resultados de los experimentos de campo se pueden generalizar a situaciones no experimentales con más eficacia.

2.2. ENSAYOS DE VALIDACION TECNOLOGICA

2.2.1. Marco de Referencia General

En Nicaragua no ha sido posible generalizar las condiciones de una economía desarrollada basada en la agroindustria ni elevar significativamente los rendimientos (salvo algunas excepciones), sino que por el contrario, se han creado condiciones objetivas para la degradación y deterioro progresivo de los Recursos Naturales a nivel nacional. Por supuesto que, resultaría equivocado esperar desarrollo económico nacional a partir del desarrollo tecnológico agropecuario, impulsado solamente por programas gubernamentales de GTTA, como ha sido "la norma" en la muy reciente historia de la investigación agropecuaria nicaragüense.

Esto explica en parte, el fenómeno persistente del subdesarrollo en Nicaragua, todavía caracterizado por un sistema agrícola "Quasi Feudal" y con elementos de una modernización acelerada que aún no funciona, porque la pobreza rural es más creciente con el consecuente impacto negativo en la vida económica de nuestro país.

Una breve síntesis del análisis presentado por Pedroza (1995a), indica que buena parte de la investigación agropecuaria realizada, se ha desarrollado ignorando voluntariamente los fenómenos naturales no demostrados, rechazando adoptar todas las observaciones que no proceden de un estricto diseño experimental.

Este enfoque se ha basado en una metodología conocida como de "Investigación Tradicional", que ha enfatizado fuertemente la realización de experimentos con un alto grado de control, lo que sólo ha sido posible en la estación experimental o en el laboratorio. El valor de este tipo de experimentación y de la ciencia en sí son incuestionables, ya que la mayor parte de los adelantos importantes en la agricultura han venido de la realización de experimentos críticos, (vease Pedroza, 1993).

Sin embargo, los conocimientos generados bajo este enfoque no son suficientes por sí solos, si éstos no se convierten en una tecnología, que a su vez pueda incorporarse a un sistema de producción determinado.

Se ha implementado entonces, una investigación realizada fundamentalmente por agrónomos, con una tendencia marcada hacia la especialización, siguió por tanto, **un enfoque reduccionista**, el cual enfatizó el estudio de un elemento del sistema aislando todos los demás. En este caso, la perfección de los resultados prevaleció sobre la aplicabilidad de los mismos. A esto podría nombrarse como la cultura científico-técnica de la **improductividad**, caracterizada por el "activismo cotidiano", que finalmente termina con pocas recomendaciones tecnológicas que ofertar a los interesados.

Lo anterior explica, en parte, el desarrollo de una cultura institucional donde ha faltado una real exigencia por los productos concretos obtenidos de cada actividad experimental; esto es un ejemplo típico del funcionamiento institucional en "Modo Proceso", en tanto los resultados y recomendaciones tecnológicas siempre se están haciendo, **de tal forma que los productos finales de este proceso, la mayoría de las veces, ocurren extemporáneos para el usuario interesado**. De ahí que, es necesario transitar hacia una cultura institucional que funcione en "Modo Proyecto"⁽³⁾, lo que sería más beneficioso para la institución, los técnicos, los productores agropecuarios y el país en su conjunto.

Entonces, cuál es la perspectiva actual de desarrollo ?. A partir de la actual situación de transformaciones estructurales e institucionales que vive Nicaragua, se considera viable la posibilidad de **integrar como un todo la problemática científico-tecnológica, en una nueva visión organizativa y programática por el desarrollo sostenible de Nicaragua. De ahí que, es necesario transformar sustancialmente las políticas del Desarrollo Nacional; lo cual implica, transformar los Sistemas de Producción existentes, y evidentemente: Los Sistemas de Información, Capacitación, Investigación, y Transferencia de tecnologías, etc, en cada uno de los sectores productivos del país. Esto es precisamente, el aporte esperado del INTA, en aras del desarrollo sostenible del país, (Pedroza, 1995b).**

Del análisis antes expuesto, resulta evidente que los productores agropecuarios Nicaragüenses esperan y reclaman saber: Qué resultados concretos produjeron las actividades de generación (Experimentación/Validación) ?;

⁽³⁾Grupo Descartes, (1995). El Modo Proyecto. Como tomar decisiones estratégicas mediante la informática. ALFAOMEGA. Colombia. 144 p.

.... Cómo dichas actividades incidieron en mejorar sus condiciones económicas y sociales de su familia y región ?; Qué problemas reales les ayudaron a solucionar ?; Cuánto aumentó la producción y productividad del país ?. Cuánto se contribuyó a reducir las importaciones y a aumentar las exportaciones de productos agropecuarios del país?.

Por otra parte, la mayoría de los investigadores y extensionistas agropecuarios, tratan más con tecnología que con ciencias puras. Por eso mismo, deberán priorizar la investigación aplicada y más aún, la inmediatamente aplicada, y por supuesto, no descuidar aquella de gran relevancia (estratégica) para el desarrollo económico del país.

Para desarrollar este enfoque de investigación aplicada, es necesario implementar metodologías que permitan generar "Tecnologías Apropriadas", sin el lujo del control típico de un laboratorio o la estación experimental. Dentro de este enfoque, conocido como de "Investigación en Fincas", Hildebrand & Poey (1989), denominan los experimentos específicamente "Ensayos en Fincas". El término, ha sido aplicado desde los años 70, implica la participación de científicos y técnicos de varias disciplinas, como medio para entender a la finca como un sistema completo; a diferencia de aislar los componentes del sistema de producción para investigarlos por separado.

La Investigación y Extensión de Sistemas Agrícolas (**IESA**), es un enfoque para la generación, evaluación y entrega de tecnología. Es aplicada, orientada al productor y con investigación agrobiológica apoyada por ciencias socioeconómicas, *todo ello en un marco de trabajo en equipo*, el cual incluye responsabilidades en extensión.

En todo caso, el producto principal es tecnología y el cliente primario es el productor. Su implementación depende de las políticas sobre el desarrollo agropecuario, que orientan la investigación hacia ciertas regiones, tipos de agricultores o cultivos, etc.

2.2.2. Ensayos de Validación Tecnológica

La validación es el método de investigación que se encuentra más cerca de la transferencia. Tiene una posición intermedia entre el planteamiento hipotético y la transferencia al productor, (vease la figura 1). En este sentido, la validación representa el eslabón perdido entre la generación y la aplicación práctica del conocimiento generado.

En la figura 1, se presenta el desarrollo referido de los procesos de GTTA en Nicaragua. Este modelo conceptual, intenta explicar el flujo de relaciones analíticas que deben tomarse en cuenta, partiendo del diagnóstico de la problemática real de los Pequeños y Medianos Productores y la base de conocimientos existentes, hasta la adopción y disseminación de las tecnologías apropiadas que hayan sido generadas. El flujo de las interrelaciones a partir de los problemas identificados, hasta la adopción tecnológica y su disseminación, implementadas con enfoque de competitividad, señalan el derrotero que debe conducir al desarrollo tecnológico necesario para alcanzar el impacto económico que Nicaragua demanda.

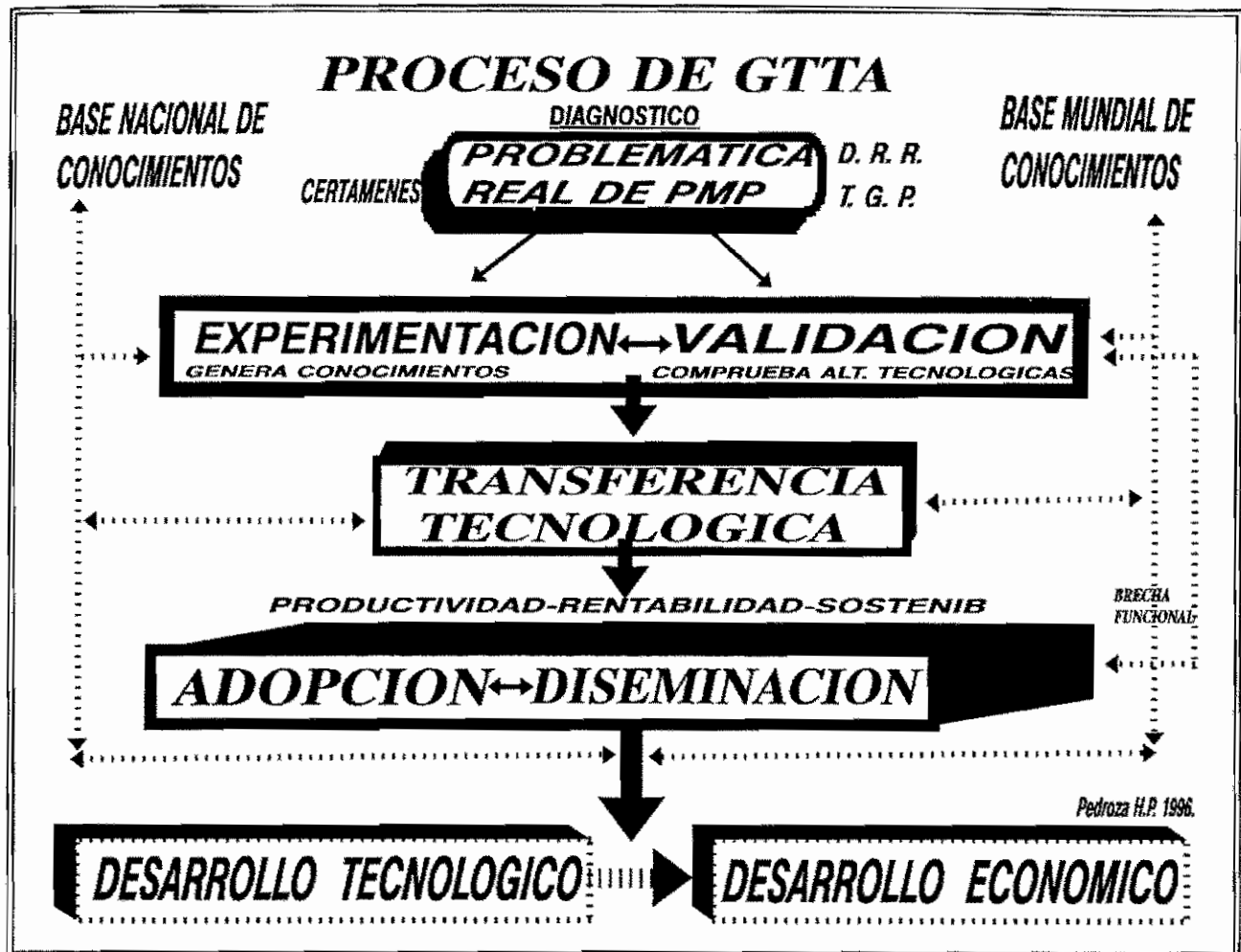


Figura 1. Modelo conceptual del Desarrollo de los procesos de GTTA en Nicaragua.

El desarrollo contemporáneo de la experimentación agropecuaria en Nicaragua, indica una evolución que en la práctica transita desde la *experimentación clásica*, que hace énfasis en determinar el efecto potencial de un factor bajo condiciones controladas, hasta la *realización de los ensayos de validación tecnológica*, que enfatizan verificar el rango de validez de las conclusiones sobre los efectos de diversos componentes del sistema de producción, en un determinado dominio de recomendación.

En este contexto, la validación de tecnología funciona como una fase que completa el ciclo de investigación y por lo tanto permite posteriormente transferir tecnologías apropiadas, sabiendo a quién, cuáles y cuántos serán los beneficios, y la cantidad y tipo de esfuerzo que tomará esa transferencia, (CATIE, 1986).

Concepto de Validación Tecnológica

A manera de concepto, la validación tecnológica puede definirse como una prueba de campo que se realiza en un área o entidad biofísica bajo las condiciones de la unidad de producción (U.P.), en que se confirma o verifica una opción ó alternativa tecnológica que la experimentación ha demostrado que supera en rendimiento, beneficio económico o aspectos sociales, a la tecnología que usan los productores.

En general, el INTA concibe para el desarrollo tecnológico del sector agropecuario nacional, la implementación de validaciones de tipo prospectivo, simple y múltiple a fin de integrar los efectos de diversos factores que integran los sistemas de producción, en dependencia de las posibilidades reales de la pequeña y mediana producción, (INTA, 1995).

2.2.3. Objetivos de la Validación Tecnológica

Los objetivos de la validación de una tecnología promisoría son dos de acuerdo a Radulovich & Karremans, (1993):

- 1 ► *Producir información en un contexto real sobre los efectos que una tecnología puede tener en los sistemas objeto.*

Esto definirá lo deseable o no que es transferir la tecnología en cuestión, en función tanto de las ventajas productivas, socioeconómicas y ambientales que ofrece, como del tipo de productores que se pueden beneficiar de ella. Según se verá más adelante, esta información no se limita a simplemente evaluar el nivel de adopción de la tecnología, sino que requiere de una serie de mediciones y observaciones a través del tiempo.

- 2 ► *Producir información sobre el esfuerzo de extensión que se necesitará para posteriormente transferir la tecnología a productores, una vez validada.*

En este sentido, la validación es también una investigación sobre transferencia.

2.2.4. Priorización de Tecnologías a Validar

El proceso de selección de tecnologías a validar no es nada simple y lleva implícita la capacidad de trabajo del equipo validador referente al número de tecnologías y al trabajo que requiere el validar cada una de éstas. Otra limitación se refiere a si se validarán tecnologías solamente en subsistema o en más.

Sin una adecuada validación previa, el proceso de transferencia de una tecnología ocurre empíricamente, como prueba y error. Esto vendría a explicar en gran medida lo ineficiente que ha resultado a la fecha el proceso de aplicación de tecnologías que parecieran estar al alcance de los productores más marginados y que aparentemente les son de utilidad, a pesar de esfuerzos de transferencia.

Aunque la validación no es un proceso de extensión, sí emplea, como herramienta, algunos métodos típicos de la extensión, como lo es llevar una tecnología a un productor para que éste la utilice. En ese sentido, la validación de tecnologías es una transferencia tecnológica experimental, con fines diferentes que los de la extensión.

Mientras que la validación, como investigación, busca generar conocimiento evaluando en detalle, cualitativa y cuantitativamente el proceso con algunos productores, la extensión, como instrumento de cambio social, busca impactar al mayor número posible de productores, transfiriéndoles la tecnología. Esto, por supuesto, no impide que la extensión y sus resultados puedan ser por sí solos objetos de estudio, aunque sea de retroalimentación o de control de calidad, (Radulovich & Karremans, 1993).

Respecto a esta temática Tripp & Woolley (1989), han definido siete criterios a considerarse cuando se evalúa una tecnología u otro tipo de soluciones, los cuales son de relevancia en la priorización recién descrita.

- 1 ► La probabilidad de que la solución propuesta funcione bajo las condiciones agroecológicas y de manejo del pequeño productor.**
- 2 ► La rentabilidad estimada de la solución.**
- 3 ► Si la solución propuesta es o no compatible con el sistema de producción (integral), es decir, con las circunstancias naturales y socioeconómicas bajo las cuales operan los campesinos.**
- 4 ► Cuánto ayudará la solución a reducir riesgos por parte del pequeño productor.**
- 5 ► La necesidad de algún apoyo por parte de extensión, crédito o insumos para garantizar que la solución pueda ser adoptada.**
- 6 ► La facilidad con que los productores pueden probar la solución propuesta.**
- 7 ► La facilidad de llevar a cabo el programa experimental para probar la solución propuesta, incluyendo el tiempo y el gasto requerido.**

2.2.5. Consideraciones Prácticas para Establecer Ensayos de Validación Tecnológicas

Las consideraciones prácticas para establecer los ensayos de validación tecnológica **deberán definirse** en función de garantizar la información necesaria que permita realizar el **análisis estadístico**, e incluir también la racionalidad propia del productor y su familia, el cual se rige por incentivos **económicos**, y por otros valores **culturales y sociales**, que juegan un papel muy importante en la toma de decisiones, sobre la adopción y difusión de las tecnologías validadas. En síntesis, se debe garantizar no sólo el análisis estadístico, sino también el análisis económico y socio-cultural.

Los principios metodológicos y los procedimientos estadísticos propios de la experimentación, están descritos con detalle en "Fundamentos de Experimentación Agrícola" (Pedroza, 1993). Mediante tales procesos los investigadores evalúan diversos tratamientos **"repetidos en tiempo y espacio"**, pero aplicando, básicamente sus criterios técnicos tanto en el uso de los materiales y recursos, como en el análisis e interpretación de los resultados obtenidos; durante todo este proceso las preferencias y capacidades de los agricultores tienen una mínima participación.

Una vez que se cuenta con resultados experimentales promisorios (Fase Experimentación), se debe proceder a priorizar las tecnologías a validar, clasificándolas según su factibilidad de implementación, relación beneficio/costo, aceptabilidad, los impactos esperados a corto, mediano o largo plazo, etc. Esto es propiamente el paso a la Fase de Validación en donde las mejores alternativas se dejan en manos de los agricultores para su evaluación, teniendo siempre en cuenta que es el propio agricultor quien debe tomar decisiones respecto a la adopción, o el rechazo de las nuevas alternativas tecnológicas.

En esta fase de validación, es donde los agricultores se convierten en los principales evaluadores de las nuevas tecnologías.

Al establecer el ensayo de validación, es necesario considerar el manejo práctico de las parcelas en las fincas de los productores; así como su **representatividad** que impactará sobre el grado de validez de las recomendaciones que surgen del proceso de validación, y por lo tanto garantizar que sean aplicables en un área geográfica determinada. Los productores y los sistemas de producción que se desean impactar, deberán poseer características lo más similares posibles. Por ésta razón, se requiere establecer los ensayos de validación por Dominio de Recomendación, para tratar de homogenizar una serie de factores de suma importancia relativos a las características del sistema de producción bajo estudio. Para preservar esta condición es que se debe enfatizar la vital importancia de la selección de los(as) productores(as) que participarán en el proceso de validación.

Son muchas y diversas las consideraciones prácticas que deberán tomarse en cuenta para realizar un ensayo de validación. Sin embargo, con fines metodológicos y por su naturaleza, en este texto se abordan sólo **algunas** consideraciones prácticas vinculadas directamente al análisis estadístico de los datos obtenidos de un ensayo de validación tecnológica.

2.2.5.1. Diseño de los Ensayos de Validación Tecnológica

En este punto se consideran los aspectos vinculados al diseño del ensayo de validación, lo que implica sobre todo la aplicación del concepto Diseño experimental en el amplio sentido de la palabra como lo establece Ostle, (1981). Desde este punto de vista, se abordan algunos aspectos que pueden contribuir a elaborar correctamente la metodología del ensayo de validación; aspectos tales como: Los métodos de análisis estadísticos a utilizar, las variables a medir y formas de manejo de las parcelas en el proceso de validación.

Los ensayos de validación en general se conciben para proporcionar datos agronomicos y económicos, pero el proceso del ensayo no debe interferir con las actividades habituales del agricultor y con su habilidad para interpretar los resultados como él los ve.

A pesar del deseo de los investigadores de hacer un ensayo controlando la mayoría de los factores posible, **el proceso de validación no permite esa rigurosidad estadística**, pues es el productor quien maneja la tecnología y los investigadores solamente observan y anotan, mientras más de lejos, mejor. No es exageración decir que el productor es uno de los investigadores en la validación, y obtener sus impresiones y comentarios sobre la tecnología es fundamental en la consolidación de los datos obtenidos por otros medios.

Por esta razón, no es posible aplicar diseños experimentales con la rigurosidad estadística ya conocida, cuya complejidad es mayor que lo que el productor o su familia puedan comprender y manejar o aceptar en caso de que sea contrario a sus prácticas o requiera de una dedicación o inversión más allá de su capacidad. En cuanto a las variables a medir, la mas importante y generalmente la única medición con fines estadísticos, será el rendimiento. Otra información estará disponible a través de los registros del cultivo, mantenidos en colaboración con los propios agricultores.

De tal forma que, para ensayos de validación, se emplean técnicas de análisis estadísticos basados en **Análisis de Regresión**, e **Intervalos de Confianza**, que ayudan a definir el **grado de dispersión** ("La estabilidad"), que muestra cada tecnología válida en un rango de producción con tendencia menor ("ambiente pobre") o con tendencia mayor ("ambiente bueno").

2.2.5.2. Los Tratamientos en el Ensayo de Validación Tecnológica

Los tratamientos en el ensayo de validación tecnológica se denominan "alternativas tecnológicas", constituidas por resultados promisorios obtenidos en la fase de experimentación.

El testigo en un ensayo de validación tecnológica, también llamado parcela de control, es una de los aspectos principales a tomar en cuenta, en general se refiere a la práctica del productor. En todos los casos debe haber maneras de comparar la nueva tecnología con aquella del agricultor.

Una de las ventajas principales de la parcela testigo es que la misma es identificada con antelación, en una parte representativa de la finca y que puede ser cosechada al mismo tiempo que el resto de las parcelas.

En relación al manejo del testigo Hildebrand & Poey (1989), advierten tener cuidado en dos clases de errores en campo, ya que es posible que los agricultores les den a las parcelas testigo identificadas un tratamiento diferente al que le dan a su propio cultivo, por razones básicamente:

- 1 ► Generalmente, los agricultores saben como producir más de lo que producen y van a demostrárselo al investigador. La razón por la que ellos no producen más en su propio campo debe ser investigada. Los resultados seguramente reflejarán limitaciones que existen a nivel de toda una finca, pero que pueden ser superadas en una parcela pequeña. La tendencia a competir con los investigadores se reduce conforme crece la confianza entre los investigadores y los agricultores.
- 2 ► Los agricultores consideran a las parcelas de control como parte del ensayo y esperan que los investigadores les digan que hay que hacer y, por lo tanto no hacen las cosas al mismo tiempo que en sus propios sembrados. Este conflicto se reduce si hay una buena comunicación entre el investigador y el agricultor.

El primer caso trae como consecuencia mayores rendimientos en la parcela de control que en las propias siembras del agricultor. El segundo trae como resultado rendimientos más bajos en la parcela de control.

El número de alterantivas en el ensayo de validación debe ser reducido, por razones del manejo de las parcelas y esencialmente por la comparación práctica establecida entre la alternativa nueva y la parcela testigo. En su normativa sobre las Areas de Validación Tecnológica, el INTA recomienda usualmente comparar una alternativa nueva versus la forma tradicional del productor, considerando no más de tres alternativas a comparar en el ensayo de validación.

2.2.5.3. Número de Repeticiones en el Ensayo de Validación

El número de repeticiones se refiere al número de fincas en las que se valida la tecnología. Para determinar el número de fincas en estudio, dentro de un Dominio de Recomendación, hay que considerar diferentes factores de orden prácticos e institucionales entre ellos destacan:

- 1 ► Los costos del proyecto de validación y el presupuesto disponible por los investigadores,

- 2 ► La capacidad del equipo de trabajo y la demanda de su tiempo para otra clase de ensayo,
- 3 ► La naturaleza de la alternativa a probar, esto se refiere a la variabilidad intrínseca de resultados de la tecnología a validar, y
- 4 ► El número de agricultores en el dominio de recomendación.

Generalmente el último factor no es limitante; sin embargo los tres primeros puntos señalados si son muy importantes, ya que una tecnología o alternativa mas compleja requiere de más costos y tiempo de aprendizaje por parte del agricultor y el investigador, para la supervisión tendrá que visitar cada finca más a menudo.

Los investigadores de campo estarán involucrados en varias clases de ensayos a los que deben dedicar tiempo. Necesitan tiempo para analizar los datos y escribir reportes. Requieren de transporte para estar en condiciones de trasladarse entre las fincas dispersas entre si, etc. Todos estos factores modificarán el número de agricultores que cada investigador puede atender.

Debido a que hay poco control de la variabilidad aleatoria, se requiere de un número relativamente grande de fincas en un mismo Dominio de Recomendación, para que los investigadores puedan demostrar las bondades de las tecnologías en validación. Los Dominios de Recomendación pueden ser definidos tentativamente en base a la caracterización inicial y pueden ser redefinidos como producto del proceso de validación, el cual ayudará a determinar el nivel de estabilidad de la nueva tecnología y el grado de homogeneidad del Dominio de Recomendación.

Para garantizar la representatividad de los ensayos de validación en un Dominio de Recomendación dado, y garantizar tanto el análisis estadístico, económico, y socio-cultural, el INTA establece como su política institucional establecer los ensayos de validación en un mínimo de 8 fincas.

2.2.5.4. Tamaño y Forma de Parcela en el Ensayo de Validación

Resulta obvio que, si se aplican métodos para determinar el tamaño de parcela fundamentados en variabilidad y aleatoridad, Hatheway (1961), probablemente serían muy grandes y, por ende, inmanejables. Lo importante, en todo caso, es garantizar la representatividad del ensayo de validación, lo que es fundamental para obtener resultados que tengan aplicabilidad práctica para el productor.

Por lo tanto, para determinar el tamaño o número de elementos que conforman la unidad experimental de una tecnología en validación, por ejemplo: el área a sembrar de una variedad o el número de cabezas de ganado que recibirán un suplemento alimentario, se puede aplicar la siguiente regla de oro: debe representarse la realidad en la forma más fidedigna posible.

Esto significa que cada ensayo de validación debe permitir obtener la información que se requiere, tanto biofísica como socio-económica, de manera tal que permita concluir y extrapolar a futuras aplicaciones con mayor número de productores.

De ahí que, la parcela de un cultivo debe ser sembrada en un sitio escogido por el productor y representativo de donde normalmente siembra cultivos similares, y debe ser de un área tal, que permita el manejo por parte del productor del mismo modo que él o ella manejan sus cultivos, es decir el productor no debe manejar el cultivo u otra tecnología en validación con otras razones en mente que el beneficio que la tecnología implementada le reportará.

Las parcelas deben ser lo suficientemente grandes como para permitir estimaciones realistas de los requerimientos de mano de obra y otros factores económicos. También deben facilitar la evaluación por parte de los propios agricultores. Para garantizar la representatividad de los ensayos de validación en un Dominio de Recomendación dado, y garantizar tanto el análisis estadístico, económico, como socio-cultural, el INTA define en su política institucional, establecer los siguientes límites:

- ◆ En cuanto al tamaño de la entidad biofísica por alternativa se propone **como mínimo**, lo siguiente:

Para cultivos

- Anuales : Entre 500 y 1000 m².
- Semiperennes: 750 a 2500 m².
- Perennes : 1000 a 5000 m².

Para especies animales

- Mayores : Entre 5 y 10 animales
- Menores : Entre 10 y 20 animales

- ◆ En cuanto a la forma se propone lo siguiente:

En Cultivos: Debe adecuarse a las condiciones físicas del terreno y a las particularidades del cultivo.

En Ganadería: Procurar que haya homogeneidad en cuanto a raza, peso, edad, número de partos.

- ◆ El área física no debe presentar ninguna limitante que impida la realización del trabajo a ejecutar: El área de validación debe ser lo más homogénea posible, por lo tanto debe evitarse su ubicación cercana a caminos, árboles, cortinas rompeviento, cercos, corrales.

CAPITULO 3. INVESTIGACION DE TIPO NO EXPERIMENTAL

3.1. ASPECTOS CONCEPTUALES, CARACTERISTICAS Y CONTEXTO

La investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que se hace en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos, (Hernández *et al*, 1994). La investigación no experimental o *expost-facto* es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones, (Kerlinger, 1979). De hecho, no hay condiciones o estímulos a los cuales se expongan al material bajo estudio.

En un experimento, el investigador construye deliberadamente una situación a la que son expuestas las unidades experimentales. Esta situación consiste en asignar tratamientos bajo determinadas circunstancias para después analizar sus efectos. En otras palabras, en la investigación experimental se construye una realidad o se crea artificialmente el fenómeno objeto de estudio.

En cambio, en una investigación no experimental no se construye ninguna situación, sino que se observan las situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por el investigador. En la investigación no experimental las variables independientes ya han ocurrido y no pueden ser manipuladas, el investigador no tiene control directo sobre dichas variables, no puede influir sobre ellas, porque ya sucedieron al igual que sus efectos, (Hernández *et al*, 1994).

Este tipo de investigación ha generado mucha información en las ciencias sociales y antropológicas. Estas ciencias han sido incorporadas en programas de investigación y extensión con un enfoque ascendente (investigación de sistemas de finca).

La incorporación de estas ciencias a estos programas ha permitido el estudio de aspectos de índole social y cultural, que influyen en el desarrollo agrario y han contribuido en la sistematización para obtener información válida y confiable a nivel de campo.

Según Doorman (1991), los científicos sociales han contribuido con el análisis del contexto sociocultural del desarrollo agropecuario, el de los objetivos y aspiraciones de los agricultores y el de los sistemas endógenos de conocimiento.

Esto se ha logrado mediante un estudio (análisis) sistemático del desarrollo agropecuario, lo que permite comprender mejor la importancia de las relaciones sociales en el desarrollo agrario en general, y su influencia sobre la toma de decisiones. A nivel de finca los principales elementos analizados son:

- ◆ La organización agrícola, tanto formal como informal.
- ◆ La estructura social y el liderazgo formal e informal en grupos y comunidades.
- ◆ Las relaciones, la comunicación y el intercambio de información entre los mismos productores y las agencias de desarrollo y entre los productores, y los otros actores involucrados en el desarrollo agropecuario, como son: terratenientes, intermediarios, y la población sin acceso a la tierra que depende de la venta de su fuerza productiva.

El análisis sociológico y antropológico de los objetivos y aspiraciones del agricultor y su familia, así como el de las estrategias para cumplir los mismos y las percepciones del agricultor sobre el medio en que desarrolla sus actividades agropecuarias (condiciones agroecológicas, económicas, sociales y políticas) es determinado por factores sociales y culturales.

Los antropólogos con especialización en las ciencias biológicas han contribuido significativamente al análisis de los sistemas endógenos de conocimiento. Cada productor agropecuario aplica sus conocimientos "endógenos" o "locales" en el manejo de su finca. Esta tecnología local está basada en experiencias propias, así como en una amplia experiencia empírica de generaciones anteriores. En otras palabras, el conocimiento "endógeno" o "local" es un producto social y cultural de las comunidades rurales donde es generado y puesto en práctica.

Los científicos que han estudiado el conocimiento de los pueblos del tercer mundo se han impresionado con la riqueza de este conocimiento, (Brokensha & Riley 1977; Kunstadter, 1978; Howes, 1979; Swift, 1979; Brokensha *et al*, 1980; Chambers *et al* , 1989 y McCorkle, 1989). Por otra parte, Zelaya (1995), destaca que la sostenibilidad de los sistemas de producción agrarios en Nicaragua estará en dependencia de lo que podamos hacer con la introducción de rasgos culturales (conductas) apropiados para nuestros ecosistemas. Además, afirma que para ello es importante el rescate del conocimiento autóctono, sistematizarlo para comprender su lógica y filosofía, mejorar este conocimiento y adaptarlo en nuestro proceso de generación de tecnologías apropiadas para cada uno de nuestros ecosistemas.

Para analizar las contribuciones metodológicas de la sociología y antropología al desarrollo agrario, es necesario puntualizar, aunque sea de forma sintética, algunas características de la metodología de las ciencias sociales, así como la realización existente respecto a los métodos de investigación en los trabajos de diagnóstico del agro, (Doorman, 1991).

La metodología de las ciencias sociales comprende un conjunto de métodos e instrumentos que permiten cumplir, en la medida de lo posible, con los objetivos de este tipo de investigación. Este propósito se cumple por medio de un conjunto de reglas y directrices, que relacionan estos objetivos con los diferentes métodos, técnicas e instrumentos disponibles para la obtención de datos con el contexto en el que se desarrolla la investigación.

La técnica principal de la investigación social es la entrevista. Mediante ésta se trata de obtener información relevante y verídica a través de un proceso de estudio, (Doorman, 1991). No se trata de la observación y medición de objetos inanimados, como es el caso de las ciencias naturales, ni sobre la interpretación de información obtenida sin contacto directo entre fuente e investigador, como es el caso, por lo general, de la economía. Por el contrario, la entrevista se basa en la interpretación entre seres humanos mediante la comunicación verbal, lo que implica el riesgo de equivocaciones, interpretaciones erróneas y otras distorsiones de la información.

Una parte importante de la metodología de la sociología y la antropología está dirigida a solucionar el problema de la distorsión de la información, que puede presentarse en la comunicación entre el investigador y el investigado. Se procura cumplir este objetivo mediante el uso de normas que vinculen los diferentes métodos y técnicas de entrevistas, como son: el diálogo abierto, la entrevista informal o semi-estructurada y la encuesta estructurada, con el tipo de información por recopilar y con el contexto en que se realiza la investigación. El objetivo de la metodología correspondiente es lograr el mayor nivel posible de validez y confiabilidad de los datos.

Según Doorman (1991), el término validez se refiere al nivel de congruencia entre los datos obtenidos y las variables que se quieren medir. Por lo general, los problemas de validez se deben a distorsiones en la información obtenida, causadas por diferencias en el proceso investigativo. Por ejemplo, es posible que la terminología usada en un cuestionario para la recolección de datos sea interpretada de forma diferente por el investigador y el entrevistado. Esto implica que, aunque las mediciones puedan ser exactas, las estimaciones obtenidas no son válidas, porque el investigador no midió lo que se propuso.

Este mismo autor, afirma que la confiabilidad de los datos está relacionada con las distorsiones causadas, por que el entrevistado no es capaz o no está dispuesto a suministrar estimaciones exactas de las variables que el investigador pretende medir. En este caso, existe concordancia entre la información que desea obtener el investigador y la interpretación de la misma por parte del entrevistado. Sin embargo, el último, intencionalmente o no, suministra datos que no corresponden con la realidad.

Los ejemplos más claros de problemas de confiabilidad en la investigación en áreas rurales se relacionan con la obtención de información sobre la tenencia de la tierra, el uso de mano de obra y los ingresos obtenidos.

En resumen, se puede plantear que en la investigación sociológica y antropológica, uno de los cuestionamientos principales es recoger información, con el mayor grado de validez y confiabilidad posible. Por lo tanto, se complementarán no solamente diferentes formas de entrevistas, sino también métodos complementarios a la entrevista, especialmente la observación, (Doorman, 1991).

Una forma de observación especialmente apta para verificar los datos obtenidos por medio de entrevistas es la *observación participante*. Esta técnica es usada más frecuentemente por los antropólogos, y consiste en que el investigador hace sus observaciones mientras participa en las actividades cotidianas de la población investigada.

3.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA ENCUESTA COMO INSTRUMENTO DE LA INVESTIGACION NO EXPERIMENTAL

En la ejecución de diagnósticos para proyectos y programas de desarrollo rural, la encuesta estructurada ha sido el instrumento preferido durante las últimas décadas, dado que los equipos interdisciplinarios que ejecutan los programas y proyectos de desarrollo rural están compuestos, en su mayoría, por agrónomos y economistas.

La agronomía y la economía se basan en el análisis cuantitativo, y ambas contemplan el análisis estadístico de los datos como un paso esencial en el proceso de investigación. La encuesta estructurada, más que cualquier otro medio de investigación social, permite el análisis estadístico de los datos recolectados. Por tanto, siempre ha sido la técnica preferida de la investigación social directa, en la cual los datos se obtienen directamente de personas, y no de fuentes secundarias. Además, en casi todos los casos ha sido la única técnica "directa" en que los economistas, y en algunos casos, los agrónomos generalistas han sido capacitados.

Por otra parte, existen buenos motivos para argumentar que la encuesta estructurada no es una forma real de entrevista, puesto que por lo general no involucra una comunicación real entre entrevistador y entrevistado. En la práctica, en las encuestas económicas es escaso el contacto directo entre fuentes de información e investigador. Esto, debido a que a menudo las entrevistas son ejecutadas por un equipo de encuestadores que utilizan un cuestionario altamente estructurado.

La encuesta, como cualquier instrumento de investigación, tiene sus ventajas y desventajas, sus puntos fuertes y débiles, (Doorman, 1991).

■ Ventajas:

1. ► El análisis estadístico de los resultados es verificable.
2. ► Disminuye los riesgos de que los prejuicios del investigador influyan en la interpretación de los resultados obtenidos.
3. ► La muestra representativa ofrece la posibilidad de generalizar los resultados hacia poblaciones grandes.

● **Desventajas:**

La desventaja de carácter práctico u operativo es:

1. ► Este tipo de investigación se caracteriza por su alto costo en tiempo, recursos y materiales.

Las desventajas de carácter metodológico son:

1. ► El mayor problema es la confiabilidad de las conclusiones, la cual no es determinada por el método de análisis, sino por la validez y por la confiabilidad de los datos recolectados.
2. ► Para formular preguntas relevantes para una encuesta se necesita de un amplio conocimiento de la terminología local, y del significado dado a los diferentes términos por la población investigada.
3. ► El encuestador, que generalmente, no es el investigador, sino una persona contratada únicamente para encuestar, no está lo suficientemente entrenada para reconocer las discrepancias indicativas de falsedades en la información brindada.

A pesar de las desventajas de carácter práctico y metodológico de la encuesta, las ciencias sociales han contribuido metodológicamente, con sus técnicas de comunicación e investigación participativa, para diagnosticar con solidez y la amplitud requerida, la realidad en la cuál se pretende generar un proceso de desarrollo agrario, dado que ni la agronomía, ni la economía ofrecen métodos de investigación social basados en la comunicación directa entre investigador y el investigado. Por tanto, se concluye que una contribución importante de las ciencias sociales no económicas a los programas y proyectos de desarrollo agrario se ubica en el área de la metodología usada en la ejecución de trabajos de diagnósticos.

La contribución antes citada, consiste en una mayor sistematización metodológica, así como en el uso más adecuado de los métodos, técnicas e instrumentos que permiten conocer la realidad agraria a través de la realización de entrevistas. Por medio de la aplicación rigurosa de los principios de las ciencias sociales no económicas, puede incrementarse la confiabilidad, la validez y la representatividad de la información que forma la base del proceso de desarrollo. Los métodos de comunicación directa de las ciencias sociales también dan al proceso de investigación-extensión un carácter participativo. A través de la retroalimentación de información, opiniones y esperanzas de la población local al equipo de investigación, así como la búsqueda colectiva de soluciones y alternativas, el desarrollo agrario se convierte en un proceso participativo en el cual la población local contribuye activamente, (Doorman, 1991).

Como se ha expuesto anteriormente, el diagnóstico es la base para desarrollar, impulsar y valorar las investigaciones de tipo no experimental, las que a su vez, son una parte fundamental para la formulación de los proyectos de generación y transferencia tecnológica en el sector agropecuario nicaragüense.

Por esta razón, y con fines de profesionalización, en este texto, es considerado sine qua non explicar en detalle las metodologías de diagnóstico que son más útiles para impulsar programas de Desarrollo Rural Integral. Entre estas metodologías de diagnóstico, se abordarán en los capítulos cuatro y cinco, las siguientes:

- **El Diagnóstico Rural Rápido (DRR) o Diagnóstico Rápido Participativo (DRP).**
- **El Diagnóstico Agro-socio-económico con Enfoque de Sistemas.**

CAPITULO 4. EL DIAGNOSTICO RURAL RAPIDO

4.1. ANTECEDENTES Y MARCO CONCEPTUAL

El Diagnóstico Rural Rápido (DRR) o Diagnóstico Rural Participativo (DRP), como un enfoque para la investigación rural con fines de desarrollo, con principios coherentes y el uso de una variedad de técnicas, surge en los años 70, (Rietbergen-McCracken, 1991).

En esta época, el enfoque dado a la Investigación de Sistemas de Producción Agrícolas estimuló el interés en un análisis más rápido y más exacto de las complejidades de los sistemas agrícolas. Una variedad de metodologías de estudio estaba siendo desarrollada por los Centros Internacionales de Agricultura. Por ejemplo, el "*Exploratory Survey*" en CIMMYT, el "*Sondeo en*" ICTA y "*Diagnosis and Design*" en ICRAF. Paralelamente, varios individuos y otros centros nacionales de investigación estaban trabajando en su propia versión de estudios rápidos informales e interdisciplinarios.

En 1978 y 1979 se desarrollaron dos conferencias sobre Diagnóstico Rural Rápido en el Instituto de Estudios para el Desarrollo en Inglaterra, las que parecieron unir a los investigadores más temprano y estimular a explorar en mayor profundidad estas metodologías alternativas. En la medida que comenzaron a circular artículos sobre el tema, y las experiencias se expandieron, el enfoque del DRR fue conocido por un mayor número de personas y a mediados de los 80 se habían dado un número considerable de nuevos desarrollos y las aplicaciones crecieron muy rápidamente. Para unir toda esta experiencia acumulada y definir más aún su marco conceptual, se llevó a cabo en 1985 una Conferencia Internacional de DRR realizada en la Universidad de Khon Kaen en Tailandia.

A partir de esta conferencia se han publicado una variedad de artículos sobre DRR, que han servido para que la aceptación de este enfoque aumente, y su popularidad entre las ONGs, entre los grupos de investigadores de las universidades y entre varios grupos permanentes a través del mundo haya crecido. Se han desarrollado una gran diversidad de aplicaciones y títulos para las metodologías de DRR. Actualmente se están haciendo esfuerzos para asegurar un control de calidad por medio de la presentación de documentos que ilustran tanto sus fracasos como sus logros y por medio del desarrollo de materiales y programas de entrenamiento.

Hoy en día, el DRR está más considerado como un enfoque que puede involucrar directamente a los habitantes de una localidad y a los trabajadores en el campo de desarrollo, extensión y a los investigadores en el proceso de investigación. En este caso, el DRR ha sido denominado "Diagnóstico Rural Participativo (DRP)", que es un proceso de investigación colectiva, en el cual la comunidad y un equipo de facilitadores se sienten motivados a generar conocimientos para la elaboración de un plan de acción para el desarrollo local, (PRODAF-GTZ, 1994).

Rietbergen-McCracken (1991), define al DRR como: una actividad semi-estructurada, realizada por un equipo interdisciplinario en el campo (o en la ciudad), diseñada para obtener información oportuna e hipótesis sobre sistemas rurales o urbanos.

La actividad semi-estructurada típica del DRR es:

- Identificación de los objetivos.
- Aprendizaje y análisis de la información.
- Identificación de los problemas y las oportunidades.
- Identificación de propuestas preliminares y preguntas claves.
- Identificación de las prioridades.

Los DRR o DRP se pueden clasificar en:

- ◆ Exploratorio,
- ◆ Tópico y
- ◆ Evaluatorio.

El DRP exploratorio consiste en recopilar información inicial sobre una zona nueva o sobre un problema nuevo y tiene como meta definir y priorizar los problemas y oportunidades.

Con el DRP tópico se pretende hacer una investigación más detallada sobre un asunto o tema donde ya existen informaciones o ya se han hecho actividades/proyectos, la meta de este de diagnóstico es verificar las hipótesis.

El DRP evaluatorio se usa para monitorear el progreso de actividades de proyectos y para valorar éxitos y fracasos.

Las fases de un DRP son cuatro.

La primera fase es la de preparación. En ésta se delimita el perfil del área, se recopilan las informaciones secundarias, se enseña la metodología a las personas que trabajarán en la ejecución del diagnóstico, se identifican los objetivos, se recopilan las preguntas claves y se seleccionan los lugares.

La segunda fase es el trabajo de campo. Durante esta fase se aplican las técnicas seleccionadas, se realiza un análisis provisional o tentativo y se verifican las conclusiones provisionales con la gente del campo (participativo).

La tercera fase es de análisis. Se determinan los flujos, los que se representan en diagramas; se determinan las relaciones existentes y las posibles causas y efectos, así como los problemas y oportunidades.

La cuarta fase es de recomendación. Esta fase consiste en hacer recomendaciones para la adaptación del acercamiento y de las actividades.

El DRR se basa en el uso semi-estructurado y sistemático de una serie de técnicas. Rietbergen-McCracken (1991), afirma que ninguna de estas técnicas son exclusivas o nuevas del DRR. Además, no todas éstas son usadas en cada actividad de DRR. Entre éstas tenemos las siguientes:

1. ► *Estratificación y elección de una muestra de entrevistados.*
2. ► *Entrevistas semi-estructuradas.*
3. ► *Encontrar y analizar la información existente.*
4. ► *Observación directa o participante.*
5. ► *Listas de asuntos para entrevistar.*
6. ► *Moderación de discusiones en grupo.*
7. ► *Informantes claves.*
8. ► *Mapas y modelos.*
9. ► *Diagramas de tendencias estacionales.*
10. ► *Ordenamiento por preferencia.*
11. ► *Investigación de las categorías de riqueza.*
12. ► *Calendario estacionales.*
13. ► *Diagrama de interacciones.*
14. ► *Diagrama de venn.*
15. ► *Ordenamiento cuantitativo.*

De esta lista de técnicas o herramientas que se pueden usar en el DRR o DRP, se explican a continuación solamente la estratificación y elección de una muestra de entrevistados y las entrevistas semi-estructuradas, por que éstas ayudan a los investigadores a conversar con un grupo representativo de personas de la localidad y les permite aprender por medio de los entrevistados a través de la discusión de la información brindada.

4.2. ESTRATIFICACION Y ELECCION DE UNA MUESTRA DE ENTREVISTADOS

Los diagnósticos rurales rápidos hacen uso de tres técnicas de muestreo:

1. ► **Muestreo aleatorio.**
2. ► **Muestreo estratificado.**
3. ► **Muestreo de propósito.**

El muestreo aleatorio o al azar se hace cuando el equipo de investigación está caminando por el área encontrándose con la gente en el campo, en sus hogares y en la calle. Las entrevistas son espontáneas, a veces duran sólo unos pocos minutos, y el tipo de gente que ellos suelen encontrar depende de la zona en la que el equipo está caminando y la hora del día.

El muestreo estratificado consiste en clasificar a la población de acuerdo a criterios geográficos y de riquezas. La estratificación geográfica se basa en la técnica de "*transects*" o en la confección de mapas y modelos participativos. Sin embargo, a menudo la ubicación geográfica de las familias en una comunidad corresponde a otros factores. Por ejemplo, los grupos más pobres y los nuevos inmigrantes habitan generalmente en la periferia.

Por otra parte, las familias pertenecientes a un mismo grupo *étnico* pueden agruparse; grupos sanguíneos también pueden vivir relativamente cerca. En cualquier de estos casos, las familias mas centrales y de mas fácil acceso serán las visitadas con mas frecuencias por los investigadores. Para poder vencer este prejuicio y para alentar a los investigadores a que se aventuren a salir a los caminos laterales, puede realizarse una caminata *transects* en una etapa temprana de la investigación para obtener una sensación general del área en cuestión y poder identificar las áreas mas remotas a visitar.

El equipo podría decidir, una vez que la caminata y el diagrama están hechos, volver a visitar un cierto número de familias que viven en cada una de las zonas del agroecosistema que han visitado. Simultáneamente, una sesión participativa de un mapeo de la comunidad podría ser continuada con la identificación del nombre de cada familia, y por ejemplo, qué cantidad de ganado posee cada familia, o a qué clase *étnica* pertenecen, qué cantidad de terreno posee cada familia etc. Esta información marcada en un mapa, puede utilizarse como un marco de muestreo, del cual se eligen ciertas familias que representan. Un mapeo participativo es a menudo una de las primeras técnicas aplicadas en una actividad de DRR, la información así obtenida es útil para muchas entrevistas a realizarse más adelante.

La estratificación por riqueza, generalmente, se realiza más tarde en la investigación, una vez que el equipo conoce algunos de los informantes lo suficientemente bien como para usar esta técnica con ellos. En este caso, los resultados de este ordenamiento pueden utilizarse como una evaluación retrospectiva de la representatividad de las familias visitadas.

El muestreo de propósito se hace cuando el equipo busca a ciertos individuos, o a ciertos grupos para entrevistarlos. Por ejemplo, al organizar una discusión de grupo enfocado hacia la evaluación de almacenes. El equipo invitará a un grupo de personas de la comunidad que son los dueños de los almacenes, para una discusión a realizarse a una cierta hora y en un lugar determinado. Por otra parte, el equipo puede entrevistar a un número de informantes claves de la comunidad. Es decir, individuos que tienen información especializada.

4.3. LA ENTREVISTA SEMI-ESTRUCTURADA

La entrevista semi-estructurada es el núcleo de cualquier diagnóstico rural rápido. Es el principal medio de aprendizaje del equipo de investigación. La técnica puede utilizarse en conversaciones con campesinos, pobladores en ciudades, empleados de extensión en el terreno mismo y con empleados del gobierno en sus oficinas.

Los componentes claves de una entrevista semi-estructurada son:

- 1. ► Las entrevistas son informales y conversacionales, pero en el hecho son cuidadosamente controlada por los entrevistadores.**
- 2. ► Los entrevistadores usan una lista de prueba preparada para guiar la entrevista.**
- 3. ► Los entrevistadores, en general, trabajan en pequeños equipos interdisciplinarios.**
- 4. ► Los entrevistadores hacen preguntas abiertas y raras veces usan preguntas inducentes.**
- 5. ► Los entrevistadores comprueban cada tema para ir más allá de las respuestas típicas. Juzgan cuidadosamente y comprueban las respuestas dadas a cada pregunta, por medio de una investigación hecha de cada tema según las diferentes formas de cuestionar.**
- 6. ► Los entrevistadores hacen un registro detallado de la entrevista durante la misma o inmediatamente después.**

Los tipos más comunes de entrevistas semi-estructuradas en un Diagnóstico Rural Rápido o Participativo incluyen entrevistas individuales, entrevistas a grupos elegidos y entrevistas a grupos generales.

Las entrevistas individuales proporcionan una información de naturaleza específica, personal o sensible. Por ejemplo, preguntar detalladamente sobre el sistema de vida de una familia, de su ingreso o de su actitud hacia los métodos de planificación familiar. La privacidad es importante y el equipo de entrevistador debe ser de 1 a 3 personas.

Las entrevistas a grupos elegidos se hacen con grupos que han sido especialmente reunidos para discutir un tema específico. Por ejemplo; los problemas de salud de las madres jóvenes, la historia de la comunidad (los miembros más ancianos), oportunidad de ingreso derivado de las industrias caseras (artesanos de la comunidad o mercaderes). Estos grupos funcionan mejor cuando hay entre 6 y 16 personas en cada grupo. El grupo de entrevistador puede tener 4 o 5 entrevistadores.

Las entrevistas a grupos generales, a menudo, se producen espontáneamente, cuando personas que van pasando se unen a un grupo pequeño que se había formado anteriormente o cuando el equipo se encuentra en grupos en lugares donde la comunidad suele reunirse. Estos grupos sirven para adquirir información sobre temas que no son confidenciales y que requieren de comprobación, por ejemplo; las principales plagas de los cultivos del área, el tamaño de los terrenos, los acuerdos de manejo de ganado hechos por la gente.

Los errores comúnmente cometidos por los entrevistadores durante este tipo de entrevistas son los siguientes.

- ♠ Interrupciones constantes durante la entrevista.
- ♠ Cambios súbito de tema.
- ♠ Fracaso en la planificación cuidadosa de la entrevista.
- ♠ Fracaso en dar suficiente tiempo para las discusiones en grupo o secciones de manifestación espontáneas, quizás esto sea la consecuencia de un interés por entrevistar el mayor número de personas posibles.

Existen otros errores que pueden cometer los miembros individuales del equipo entre éstos tenemos:

- ♠ Repetición de preguntas.
- ♠ Prestar ayuda al informante, sugiriéndole respuestas cuando éste parece no encontrar palabras para seguir hablando.
- ♠ Preguntas ambiguas o poco sensitivas.
- ♠ El fracaso en comprobar y emitir un juicio sobre las respuestas.
- ♠ Permitir que la entrevista se prolonga por mucho tiempo.

Los pasos a seguir para realizar una entrevista semi-estructurada se dan a continuación.

1. ► Se prepara una lista de temas y sub-temas sobre los que se basará la entrevista. Al inicio de la investigación esta lista será muy amplia con muchos temas, pero tendrá que ser pulida, cuando el equipo centre su investigación en un número limitado de asuntos.
2. ► Se dividen las tareas dentro de los miembros del equipo entrevistador. Uno controla la entrevista, uno o dos que tomen apuntes y otro que observe la entrevista y que señale formas posibles de mejorar más adelante.
3. ► Se deciden los temas a tocar en la entrevista (de la lista total) y el orden en que se abordarán.
4. ► No se debe llegar en autos oficiales.
5. ► Se elige la mejor hora para la entrevista, de modo que no se interrumpan las actividades laborales de los informantes.
6. ► Se evalúa la situación de la entrevista.
 - ♠ Es o no mejor sentarse?.
 - ♠ Estarán los informantes a la sombra?.
 - ♠ Es posible que el investigador moleste?.

- 7. ► Se inicia saludando en la forma habitual y luego se explica quienes son ustedes y cual es el propósito de su visita. Hay que ser honesto y no se deben de dar a entender promesas de beneficios futuros.**
- 8. ► Se asegura que esta hora es conveniente.**
- 9. ► Se dice que el equipo está para aprender de los entrevistados.**
- 10. ► Se pasa algún tiempo en conversación casual antes de comenzar el interrogatorio.**
- 11. ► Al tomar notas no hay que molestar al entrevistado. En caso necesario, se pide permiso para hacerlo. Para tomar notas se usan libretas pequeñas.**
- 12. ► Al finalizar la entrevista hay que agradecerle al entrevistado y se le cuestiona si tiene alguna pregunta que hacer.**

La metodología del Diagnóstico Rápido Participativo fue utilizada en Nicaragua en 1993 para hacer un diagnóstico de la microcuenca "C" de la cuenca Sur del lago de Managua, (Tarnutzer, 1993).

El diagnóstico se realizó en colaboración con cuatro instituciones y organizaciones: El Servicio Nacional de Ordenamiento de Cuencas del Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA/SENOC), El Proyecto Uso Sostenible de Recursos Hídricos (SUWaR) que se realiza a través de un convenio IRENA/SENOC y la Real Universidad Politécnica de Estocolmo (KTH-ITEC); y el Programa de Apoyo para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC). El apoyo metodológico fue brindado por el Instituto de Geografía de la Universidad de Zürich.

El objetivo temático del diagnóstico consistió en identificar factores socio-económicos claves que inciden en el uso y manejo de la tierra en el área del proyecto. Los elementos básicos de la microcuenca "C" que se tomaron en consideración para obtener la perspectivas integral del sistema fueron: Físico-natural (Clima, temperatura, humedad e hidrología) y socio-económicos. Es decir, el comportamiento de todas las funciones, tanto físico-naturales como socio-económicos y las interrelaciones entre los actores. Los factores socio-económicos claves identificados que inciden en el uso y manejo de la tierra en el área del proyecto se numeran a continuación.

1. ► Inestabilidad e incapacidad del gobierno

Se refiere a las disyuntivas frecuentes en la política hacia los productores, en las propuestas técnicas y en el personal asignado para asesorar a los productores. Esta inestabilidad en la política ha conducido a una falta de estrategia nacional para la asistencia técnica a los productores.

2. ► Tenencia de la tierra

Los cambios políticos, la desigualdad histórica en la tenencia de la tierra en combinación con registros catastrales deficientes, reforma agraria sin títulos inscritos, tierras confiscadas, que actualmente los antiguos dueños pasivos o ausentes, han creado serios problemas en el sistema productivo en el área.

La inseguridad de la tenencia también ha conducido a que no cultivan todo su terreno, tampoco la alquilan a pequeños productores por el temor de perder sus propiedades.

3. ► Poca relación entre pequeños productores y cooperados

Por razones históricas y políticas hay relaciones entre los productores organizados en cooperativas y los pequeños productores tradicionales. Esto significa que no hay una comunicación o transferencia de técnicas adquiridas por los cooperados durante la década de los 80 a los pequeños productores que no tuvieron acceso a los programas de transferencia tecnológica.

4. ► Crédito

El problema de crédito se muestra en dos diferentes formas. Para los cafetaleros, cooperativas y otros "grandes" productores con título de propiedad los altos intereses les impiden obtener préstamos para invertir en la producción. Por otro lado, para los medianos y pequeños productores no existen un sistema de crédito.

5. ► Precios

Los precios de productos agrícolas son bajos, mientras que los insumos, por ejemplo los agroquímicos, cada año se venden más caro. Esto ha conducido a cosechas reducidas. Aunque negativo desde el punto de vista de la producción, ha sido positivo desde el punto de vista de la contaminación, dado que la gran mayoría de los medianos y pequeños productores ahora no aplican pesticidas. También significa una oportunidad para introducir abono natural y manejo integral de plagas.

6. ► Limitaciones en el empleo

Anteriormente los trabajos temporales en los cafetales constituían una fuente de ingreso adicional importante. Hoy en día con el descenso económico hay poca oportunidad de trabajos, tanto en la ciudad como en la zona cafetalera. Por eso es importante buscar obtener más fuentes de empleo, ya sea en producción alternativa como industrias caseras o en capacitación en oficios calificados para el mercado de trabajo en la ciudad.

También se identificaron factores positivos que abren perspectivas para poder enfrentar los problemas.

1. ► Existen tecnologías tradicionales que pueden ser reactivadas

Desde el punto de vista de erosión y de recarga hídrica al agua subterránea, las técnicas tradicionales de construir cubas a lo largo de los senderos y caminos locales ayudó a retener la escorrentía superficial de aguas hacia Managua.

En la mayoría de las antiguas casas en haciendas y fincas existen sistemas de captación de agua, que podrían ser reactivados, como es por ejemplo el caso de las pilas en la cooperativa Casimiro Sotelo que fueron reparadas con asistencia del proyecto SUWaR. Las pilas podrían permitir a los productores mantener viveros y en algunos casos sembrar cultivos bajo riego.

2. ► Existe gente motivada en alternativas de producción

En la zona cafetalera hay varios productores que tiene interés en introducir árboles frutales, como también mantener el cultivo tradicional (i.e. café bajo sombra). Es importante buscar como apoyar estos grupos de productores para reactivar y mantener el sistema productivo tradicional, el cual es apropiado para la conservación de los recursos suelo y agua, de la parte alta y media de la Microcuenca.

3. ► Presencia del Programa Campesino a Campesino

El contacto entre algunas cooperativas en la microcuenca y el Programa Campesino a Campesino (PCaC) ha tenido un impacto positivo en el uso y manejo de la tierra. El enfoque aplicado por el PCaC también ha sido exitoso con otras cooperativas en diferentes partes del país. Por lo tanto se recomienda estudiar si esta metodología puede transferirse y ser adaptada por otras instituciones y también difundirse entre productores individuales.

CAPITULO 5. DIAGNOSTICO AGRO-SOCIO-ECONOMICO CON ENFOQUE DE SISTEMAS

5.1. MARCO DE REFERENCIA

Una metodología de diagnóstico del sistema agrario para impulsar una agricultura sostenible y el desarrollo rural es el diagnóstico agro-socio-económico con enfoque de sistemas. El especialista en agricultura sostenible y desarrollo rural, no puede realizar un análisis y diagnóstico de la evolución de la agricultura y formular propuestas de desarrollo, si no cuenta con una base consistente en conocimientos previos relativos a la estructura, el funcionamiento y la dinámica de los sistemas agrarios, (Ulmos *et al*, 1995).

Para aplicar esta metodología los investigadores deben de estar bien claros de lo que es enfoque de sistema. Mora & Obando (1995), definen un sistema como un conjunto de elementos vinculados entre sí por relaciones que le confieren cierta organización para cumplir con ciertas funciones. El estudio de sistema abarca no solamente el examen de los elementos en sí, sino también, y sobre todo, el análisis de sus interacciones. Estos autores, también afirman que la investigación agronómica, zootécnica y socio-económica, realizada de manera especializada y no integral tiene poca influencia en la solución de los graves problemas que afectan a los productores. Por el contrario, un enfoque sistémico pone de manifiesto el elevado número de interacciones entre los componentes o elementos que intervienen en el proceso productivo agropecuario (agroecológico, socio-económico, biológico y tecnológico).

En el estudio de la realidad agraria, el concepto antes señalado interviene en diferentes formas en cada uno de los diversos niveles de análisis. En efecto, para lograr un enfoque global, el método descompone la realidad agraria en diferentes niveles, en los cuales participan diversas disciplinas del conocimiento para luego interrelacionarlas como una unidad dinámica y lógica. Por otra parte, la definición de un nivel específico implica su delimitación respecto a su medio, (Shaner *et al*, 1982). El concepto sistema se utiliza a diferentes niveles de análisis, lo que implica que sistemas de un nivel inferior pueden formar parte de un sistema de un nivel superior. En tal caso, se pueden definir los sistemas del nivel inferior "como subsistemas del sistema del nivel superior".

Desde la perspectiva del estudio de la realidad agraria, se tiene que hacer un enfoque histórico para identificar los objetivos perseguidos por los diferentes sectores sociales del agro a través del tiempo, según la disponibilidad de los factores de producción presentes. De esta manera, se pretende revelar la naturaleza de los cambios técnicos (cultivos, herramientas, prácticas agrícolas, etc.) e interpretar el porque de los cambios. En sentido profundo, un análisis histórico ayuda a comprender la relación entre los cambios técnicos y su nexa con los cambios socioeconómicos en términos de causa y consecuencias.

En síntesis, un estudio histórico persigue contestar las siguientes interrogantes:

- Cómo ha surgido un fenómeno?
- Cuáles son sus fases principales?
- Qué ha pasado en el proceso?
- Cuáles son los sectores sociales afectados?
- Cuáles han sido los cambios a nivel ecológico?

5.2. EL SISTEMA DE PRODUCCION AGROPECUARIO

En el diagnóstico agro-socio-económico con enfoque de sistemas, el punto de partida, es el entendimiento del concepto de sistema de producción agropecuario (finca). Este concepto explica la combinación del trabajo y los medios de producción escogidos por el productor para transformar el medio a su favor.

El sistema de producción agropecuario se encuentra dentro de un paisaje agrario, el cual es un *ecosistema artificializado*, que resulta tanto de acciones pasadas como en curso. En otras palabras, este concepto se refiere al conjunto estructurado, por una parte, de los factores productivos y, por otro lado, de las producciones tanto vegetales como animales escogidas por la familia productora en su unidad de producción (finca) para realizar sus objetivos, (Mora & Obando, 1995).

Los sistemas de producción se caracterizan por sus objetivos, sus limitaciones, su producción (vegetal, animal, transformación), sus técnicas, sus recursos y sus resultados.

El ámbito de los sistemas de producción se ubica en las fincas, donde se analizan los sistemas de cultivo, forestal y de ganadería, la sucesión de éstos y las técnicas aplicadas. A su vez, su estudio revela la elección, por parte de la familia productora, de las combinaciones que considera mejores para lograr sus objetivos en un medio natural y socioeconómico dado.

La utilización de los recursos disponibles en la unidad de producción define la coherencia interna del sistema de producción, o sea su lógica de funcionamiento. Si se le agrega la relación que tiene el sistema de producción con el exterior (fundamentalmente organización social y leyes económicas) se determina la racionalidad socioeconómica.

Mora & Obando (1995), destacan que para poder aplicar el concepto de sistemas de producción se recurre a otros conceptos básicos necesarios, que se definen a continuación:

1. ► Práctica

Conjunto de acciones particulares ejecutadas en el uso del medio o forma mediante la cual un trabajador lleva a cabo una operación técnica.

Esto indica claramente la diferencia que existe entre las prácticas y las técnicas, ya que éstas últimas pueden ser descritas independientemente del agricultor o del ganadero que las ejecuta, no es igual en el caso de las prácticas ya que éstas tienen que ser abordadas en relación a la persona que la ejecuta, en consecuencia no se pueden generalizar.

2. ► Parcela

Lote de tierra continuo en el cual se hace un sólo cultivo o una sola rotación de cultivo durante un ciclo agrícola, y que administra un individuo o un grupo determinado de individuos.

3. ► Sistema de cultivo

Conjunto de parcelas cultivadas de forma homogénea y sobre todo sometida a la misma rotación de cultivos.

4. ► Sistema de ganadería

Conjunto de técnicas y de prácticas utilizadas por una comunidad para explotar en un espacio dado los recursos vegetales por medio de animales, en condiciones compatibles con sus objetivos y con las limitaciones del medio.

La aplicación de éstos dos últimos conceptos (3 y 4) se basan en la utilización de una herramienta de análisis de las prácticas agropecuarias del productor denominada itinerario técnico, el cual se define a continuación:

5. ► Itinerario técnico

Combinación lógica y ordenada de las técnicas culturales aplicadas a un cultivo o hato, para controlar el medio y obtener una producción dada. A partir del itinerario técnico se pueden medir los rendimientos por cultivo o por hato.

El conjunto de sistemas de producción conforman un **Sistema Agrario**, que a su vez constituye una manera particular más o menos eficaz de explotar la naturaleza a favor del hombre.

El concepto de sistema agrario es una reconstrucción teórica de la realidad agraria y su evolución que permite, como instrumento de análisis, comprender las articulaciones que se generan en el agro. Se basa en los vínculos materiales de producción, en las expresiones culturales y las relaciones económicas entre los seres humanos que se gestan a través del trabajo en un medio ambiente dado. No es más que un modo de explotación del medio

históricamente constituido, duradero, adaptado a las condiciones bioclimáticas de un espacio dado y que responde a las condiciones y a las necesidades sociales del momento.

Por otro lado, si se parte de la premisa que un cambio en un subsistema o nivel necesariamente afectará a los otros subsistemas o niveles y al sistema en su totalidad, se emplea el análisis integral (holístico) de sistema de producción (finca) para estudiar su funcionamiento y las posibles consecuencias de la introducción del cambio (Doorman, 1991 y Radulovich & Karremans, 1993).

5.3. ETAPAS DEL DIAGNOSTICO AGRO-SOCIO-ECONOMICO

Las etapas de un diagnóstico agro-socio-económico con enfoque de sistemas son nueve (adaptado de Doorman, 1991).

1. ► El estudio de las fuentes secundarias.
2. ► El sondeo y recorrido de campo.
3. ► Zonificación.
4. ► La historia agraria.
5. ► La encuesta de base.
6. ► La elaboración de la tipología de los sistemas de producción.
7. ► El estudio de casos.
8. ► La elaboración de los modelos.
9. ► La definición y selección de las problemas por estudiar y recomendaciones.

5.3.1. El Estudio de las Fuentes Secundarias

El primer paso del diagnóstico agro-socio-económico con enfoque de sistema es hacer un análisis global de la historia, la situación actual y el potencial del área de trabajo, por medio del estudio de fuentes secundarias (libros, estadísticas, monografías y planes de desarrollo). Se busca información sobre las condiciones agroecológicas, las políticas del estado, la tenencia y uso de la tierra, la estructura social y las características socio culturales de la población. También se investigan los nexos económicos y políticos del área de trabajo con las estructura y procesos a nivel regional, nacional e internacional. En el análisis de todos estos aspectos se emplea un enfoque histórico, a fin de identificar los cambios más importantes, así como las formas en que éstos constituyeron la situación actual.

5.3.2. El Sondeo y Recorrido de Campo

En la investigación a nivel de campo se inicia empleando la técnica del sondeo (Hildebrand, 1981), que consiste en un estudio rápido de un máximo de tres semanas. El objetivo del sondeo es aportar una primera impresión y descripción global de la realidad agraria de la zona seleccionada.

El sondeo, también conocido como "reconocimiento", "encuesta informal" o "apreciación rural rápida", se basa en el estudio preliminar de fuentes secundarias disponibles, y emplea como técnicas de investigación la observación y la entrevista informal.

A nivel del área de trabajo, el sondeo se dirige a averiguar y completar la información obtenida en el estudio de fuentes secundarias. Para tal fin, se realizan observaciones a nivel de campo y entrevistas con funcionarios de las instituciones de desarrollo de la zona. Los aspectos que se analizan se detallan a continuación.

1. ► Las características fisiográficas: Precipitación, tipo de suelo, temperatura, humedad relativa, etc.
2. ► Las características agronómicas: Uso de la tierra, tipo de cultivo, actividades pecuarias y forestales, nivel tecnológico y los niveles de producción en la zona.
3. ► La infraestructura y servicios de la zona, tanto estatal como privada: Caminos, puentes, sistemas de riego y drenaje, crédito bancario, los servicios de maquinaria y asistencia técnica, educación y salud.
4. ► Las características socioeconómicas de la producción agropecuarias: Orientación de la producción, tenencia de la, tierra, empleo de mano de obra, uso de capital, mercadeo de la producción y las condiciones de vida en general.
5. ► Las características sociopolíticas: Las estructuras político administrativas, las formas de intervención directas o indirectas del Estado, la relación entre la población rural y el Estado a través de los proyectos y programas de desarrollo.
6. ► Las características socioculturales: Religión, conocimiento endógeno respecto a las actividades agropecuarias, la estructura social, que se caracteriza por factores como; el parentesco, la organización formal e informal, las relaciones de poder y las obligaciones mutuas.
7. ► Características psicológico-culturales: Actividades de la población rural referente al quehacer agropecuario, la tradición, la innovación y la intervención estatal, así como las preferencias, aspiraciones, expectativas y percepciones de la propia situación y el futuro.

- 8. ► La historia de la zona: Social, así como experiencias con proyectos y programas de desarrollo.**

A nivel de finca se busca la información necesaria para caracterizar los diferentes sistemas de finca en el área de trabajo. También, se recoge la información necesaria para la formulación de las preguntas de la encuesta de base, en una terminología que sea entendible por los productores. Los temas a tratar son los siguientes:

- 1. ► Características del productor: Procedencia, experiencia en el manejo de una finca, el período que ha vivido en la zona y el período que ha tenido la finca.**
- 2. ► El uso de la tierra en la finca: Las actividades productivas, (tipo de cultivo y ganadería) en relación con las condiciones de producción agroecológicas (topografía, hidrología y suelos), así como la importancia relativa de las diferentes actividades (áreas sembradas).**
- 3. ► El manejo del sistema de producción agropecuario: Variedades de cultivo y razas de ganado, el nivel tecnológico y las principales prácticas de manejo, los niveles de producción, así como las formas en que el productor procura resolverlos.**
- 4. ► El acceso a los factores de producción: Tierra, capital y mano de obra.**
- 5. ► Los nexos externos del sistema de finca, particularmente en relación con el destino de la producción y el mercadeo de la producción agropecuaria; los vínculos con las instituciones estatales y ONGs en la zona, respecto al crédito, la asistencia técnica y los proyectos de desarrollo; las relaciones socioeconómicas con otros productores, así como con los intermediarios, los terratenientes, la población sin tierra y otros grupos sociales del área de trabajo.**
- 6. ► Las percepciones del entrevistado en cuanto a: los principales problemas en la producción agropecuaria y en la vida en general, el futuro de la finca, sus necesidades de desarrollo y las instituciones de desarrollo.**
- 7. ► La participación en organizaciones agrícolas y la percepción del entrevistado de las mismas, las opiniones sobre su funcionamiento, las ventajas y desventajas de asociarse.**

La información deseada en el sondeo se recolecta por medio de:

- Entrevistas abiertas con informantes claves formales (funcionarios de las instituciones de desarrollo),
- Estudio de fuentes secundarias locales,
- Entrevistas abiertas con informantes claves informales (agricultores experimentados),
- Entrevistas abiertas con agricultores encontrados al azar en el campo y ...
- Por medio de talleres de sondeo, cuyo objetivo es generar una discusión sobre la situación actual de los agricultores participantes, enfocando las condiciones de producción, los problemas y las adaptaciones en el manejo de sus sistema de producción.

La dinámica del taller de sondeo consiste en tres breves elementos:

- ▶▶ Presentaciones por parte del equipo de investigación,
- ▶▶ La discusión en grupo y
- ▶▶ La discusión en plenaria.

Como se puede apreciar, la principal técnica de investigación en el sondeo es la entrevista abierta. En ésta no se emplea un cuestionario estructurado o una guía de entrevista detallada. Sin embargo, para asegurar que en el diálogo se traten todos los asuntos de interés, el investigador emplea una lista de tópicos previamente memorizada.

El producto final del sondeo es un informe descriptivo de las principales características agroecológicas, económicas, socioculturales y políticas del área de trabajo. También se describe el desarrollo histórico del área y se presenta una tipología preliminar de los sistemas de finca encontrados.

5.3.3. Zonificación

La zonificación no es más que la subdivisión del territorio en zonas relativamente homogéneas desde el punto de vista de la problemática estudiada. El objetivo de esta actividad consiste en la identificación y localización de las potencialidades y limitaciones agroecológicas y socioeconómicas que inciden en la evolución de los diferentes sistemas de producción, (Groppa, 1993). Esta se hace en base a los resultados del sondeo y recorrido en el campo y el análisis de las fuentes secundarias. En términos estadísticos la zonificación forma el universo, del cual se selecciona la muestra representativa, a la cual se le aplicará la encuesta de base.

5.3.4. La Historia Agraria

La historia agraria es la reconstitución de la evolución del sistema agrario. Esta se hace a partir de entrevistas abiertas con informantes claves adultos autóctonos o con personas que tengan un buen conocimiento del desarrollo agrario de la zona bajo investigación. Los resultados de estas entrevistas se confrontan con la información encontrada en la literatura, si ésta existe o si está disponible. La literatura que se consulta son informes sobre la evolución demográfica, del número de familias con crédito, de las superficies cultivadas, de la producción y de los rendimientos de los principales cultivos. Además, hay que buscar literatura sobre la evolución de la tecnología, de los instrumentos de producción, de la tenencia de la tierra, de las clases sociales y de la evolución de la masa ganadera.

El análisis de la historia agraria de una región es un instrumento muy reciente y permite suministrar información referente a los cambios realizados por el hombre en su medio y las transformaciones sucedidas en el tiempo. Según Bravo & Sotomayor (1992), para tener una mejor comprensión acerca de los cambios realizados por el hombre en su medio y las transformaciones ocurridas en el tiempo hay que explicar el origen de ellos, así como sus trayectorias para llegar a la situación actual. A través de las conversaciones con los informantes claves se puede establecer un sistema de producción típico, que es común a los diversos sistemas de producción actuales y que corresponden a los sistemas de producción al momento de hacer el estudio, en la zona de investigación. Para este propósito es necesario determinar el sistema de producción *arquetipo*, que no es más que la génesis de las diferentes trayectorias de los sistemas de producción.

5.3.5. La Encuesta de Base

La encuesta ha sido el instrumento principal para analizar la situación agraria e identificar los problemas. Sociólogos y especialmente antropólogos, que han trabajado en proyectos de desarrollo agropecuario interdisciplinarios, han constatado que los resultados de sus análisis no son tomados en serio hasta que son confirmados cuantitativamente. Es decir, por medio de una encuesta. En el diagnóstico agro-socio-económico con enfoque de sistemas se realiza un inventario cuantitativo del dominio de investigación a través de la *encuesta de base*, cuyos objetivos se numeran a continuación:

1. ► Obtener estimaciones cuantitativas de las principales variables que caracterizan los sistemas de producción en la zona. Algunas de estas variables son: El tamaño de finca, las áreas sembradas con diferentes cultivos, uso de agroquímicos, los rendimientos, el número de cabeza de ganado, el uso de mano de obra y capital etc.
2. ► Obtener información preliminar, cualitativa y cuantitativa, sobre la toma de decisiones de los productores, sobre los nexos externos de los sistemas de producción (por ejemplo la transferencia de tecnología y la organización agropecuaria), y sobre los principales problemas agropecuarios.

3. ► Seleccionar a los informantes para el estudio de casos.

La encuesta de base está constituida por variables de información, que caracterizan los sistemas de producción del área; y por variables de selección que determinan el número de casos a estudiar.

Las variables de información que caracterizan los sistemas de producción del área de trabajo corresponden a los siguientes temas:

- 1. ► El uso de la tierra: Las áreas sembradas con los diferentes cultivos, y la escala de las actividades pecuarias.**
- 2. ► El nivel tecnológico en los diferentes sistemas de cultivos y sistemas pecuarios: la forma de preparar el terreno y la siembra, las variedades y razas usadas, la procedencia de la semilla, el uso de agroquímicos, la forma de cosechar, etc.**
- 3. ► La producción obtenida en las diferentes actividades agropecuarias.**
- 4. ► El destino de la producción (autoconsumo o producción para el mercado), así como el mercado de los productos destinados para la venta.**
- 5. ► Los problemas en los sistemas de cultivos y sistemas pecuarios.**
- 6. ► El acceso y uso de los factores de producción: Mano de obra, capital y tierra.**
- 7. ► La composición familiar.**
- 8. ► Los ingresos obtenidos por actividades fuera del sistema de producción agropecuario.**
- 9. ► Las condiciones de vida: Vivienda, salud, electricidad, agua potable etc.**
- 10. ► La organización agrícola.**

Las variables de información que permiten caracterizar al productor corresponden a los siguientes temas:

- 1. ► Características personales del productor: Edad, sexo, procedencia, educación, número de años que llevan en la zona, experiencia en el manejo de la finca y el número de años que ha tenido la finca.**
- 2. ► El conocimiento de la actividad agropecuaria.**

3. ► La participación en la transferencia tecnológica formal e informal.
4. ► Las opiniones del agricultor sobre una serie de elementos claves en el proceso de desarrollo agrario, como son:
 - el funcionamiento de las instituciones en la zona,
 - el funcionamiento de las organizaciones agrícolas,
 - los principales problemas que afectan a la producción agropecuaria y las condiciones de vida en general,
 - las percepciones del productor referente al futuro de las fincas, de los hijos y de la zona en general.

Como se indicó anteriormente, uno de los objetivos de las encuestas de base es seleccionar a los informantes para el estudio de casos. Esto se hace mediante las variables de selección, que determinan el número de casos a estudiar.

La selección de los casos se realiza basándose en dos criterios.

1. ♦ La aptitud del "Candidato" para desempeñar el papel de informante.
2. ♦ La representatividad del candidato para uno de los tipos de sistemas de producción, definidos en los resultados de la encuesta de base.

Para determinar la aptitud de un candidato para desempeñar el papel de informante, se consideran las siguientes características.

1. ♦ El conocimiento que tiene de las actividades agropecuarias a que se dedica.
2. ♦ La capacidad de explicar el *por qué* de sus decisiones.
3. ♦ La capacidad de recordar datos cuantitativos (rendimientos, ingresos, costos y beneficios).
4. ♦ La disposición de cooperar en la ejecución de las entrevistas extensas del estudio de caso.

Estas cuatro características son sometidas a una evaluación cualitativa y cuantitativa. La evaluación cualitativa de la aptitud de los candidatos para el estudio de casos, la realiza el entrevistador de la encuesta de base. Para ello es necesario, que inmediatamente después de la conclusión de la encuesta, en una hoja adjunta al formulario se apunta el resultado de esta evaluación, utilizando para cada característica la siguiente escala: muy bien, regular y débil.

La característica más importante para determinar la valoración final es la que corresponde con la disposición de brindar información. Esto, debido a que sería casi imposible de realizar entrevistas largas con informantes que no tengan muy buena disposición de colaborar.

La evaluación cuantitativa de la aptitud del productor para el estudio de casos, se realiza a través del análisis de las siguientes variables de selección.

1. ♦ Las que miden la capacidad de los agricultores para explicar el "por qué" de sus acciones.
2. ♦ Las que determinan la capacidad de los agricultores para recordar datos cuantitativos, los cuales forman la base del análisis económico del sistema de producción.

La escala para medir la capacidad del entrevistado de recordar datos cuantitativos es la siguiente:

- 1: Buena capacidad de memoria.
- 2: Hace estimaciones muy globales, después de mucha insistencia del entrevistado.
- 3: No hace estimaciones.

En encuestas de diagnóstico del medio rural es imposible aplicar el muestreo probabilístico, (Byerlee *et al*, 1980). Por tanto, en la práctica de la encuesta de base, se obtiene la muestra representativa mediante el juicio y el sentido común de los investigadores, que se basan en sus experiencias. Esto se llama muestreo "*no probabilístico*", (Aaker & Day, 1983).

Según Byerlee *et al* (1980), se debe de utilizar una norma entre 30 y 50 productores por estrato o tipo de productor. Sin embargo, es importante destacar, que el tamaño de la muestra debe ajustarse a la homogeneidad o heterogeneidad de la población, el nivel de precisión requerido para el estudio y el número de variables que se pretende investigar. Mientras mayor sea la heterogeneidad, la precisión exigida y el número de variables por analizar, mayor será el tamaño de la muestra.

Byerlee *et al* (1980) y Guerra (1982), añaden a estas consideraciones sobre el tamaño de la muestra una de índole logístico, correspondiente a los fondos, el personal, el tiempo y los equipos disponibles para el estudio.

Antes de ejecutar la encuesta de base con los productores seleccionados, es necesario someter a prueba el formulario. Esto se hace para detectar fallas en éste, porque contiene términos que los agricultores no conocen o no entienden. Además, puede ocurrir que el orden de las preguntas no sea lógico para el productor o que las preguntas no generen toda la información requerida, por lo que deben ser reformuladas.

La prueba del formulario se realiza aplicando la encuesta a un grupo de 5 a 10 productores que no pertenezcan a la muestra. En base a las experiencias obtenidas, se hacen los ajustes necesarios al formulario, hasta que los problemas identificados estén resueltos. Los datos recogidos en las entrevistas de prueba no se incluye en el análisis de los datos obtenidos de la muestra.

Es importante que los ejecutores de la encuesta, sean los investigadores o un equipo de encuestadores, conozcan bien el formulario antes de iniciar la primera entrevista.

5.3.6. La Elaboración de la Tipología de los Sistemas de Producción

La elaboración de la tipología de los sistemas de producción se hace necesario, cuando la población del dominio de investigación no es homogénea en cuanto a sus necesidades de soluciones o alternativas de desarrollo. La tipología se elabora basándose en el análisis de las variables de información, con el fin de caracterizar sistema de producción con diferentes necesidades y posibilidades de desarrollo. En general, hay cinco (5) factores que pueden causar la heterogeneidad de la población del dominio de investigación o recomendación:

1. ► Condiciones agroecológicas (clima, hidrología, topografía y suelos).
2. ► El acceso a los factores de producción (tierra, mano de obra y capital).
3. ► La composición del sistema de producción agropecuaria, en términos de la asignación de los factores de producción, especialmente la tierra, a los sistemas de cultivo y sistemas pecuarios que lo constituyen.
4. ► Los objetivos del productor respecto a las diferentes actividades agropecuarias (producción para el autoconsumo, el mercado o ambas).
5. ► La percepción del productor referente al futuro de su finca (interés en nuevas actividades agropecuarias y la importancia que atribuye a las actividades).

No obstante, el factor más adecuado para elaborar una tipología de sistemas de producción es su composición agropecuaria (factor 3). Esto significa, que se deben de clasificar a los productores de la muestra de la encuesta de base, primero, de acuerdo a las actividades agropecuarias a las cuales se dedican, y en segundo lugar, según la importancia absoluta y relativa de cada actividad.

5.3.7. El Estudio de Casos

El *estudio de casos* es un análisis detallado de un número pequeño de entidades, seleccionadas como representativas de uno o más grupos que son relevantes para el tópico central de la investigación, pero no necesariamente representativas de la población en su totalidad, (Casley & Lury, 1982).

Mediante el "estudio de casos", en el diagnóstico agro-socio-económico con enfoque de sistemas, se realiza el *"inventario cualitativo"* del dominio de investigación, con el fin de obtener un detallado conocimiento de los tipos de sistemas de producción. En cada estudio de caso se analiza de manera amplia y profunda un sistema de producción preseleccionado, usando como instrumento principal la entrevista semi-estructurada entre investigador y agricultor-informante. Este diálogo se combina con la observación, a través de un recorrido por la finca, durante el cual éste explica las prácticas agrícolas en las parcelas cultivadas.

Por medio de la entrevista semi-estructurada y la observación, el investigador realiza un análisis detallado de la toma de decisiones del productor, así como los factores que influyen en la misma. Este análisis conlleva a la identificación de los factores limitadores en el desarrollo de la finca, los problemas que resultan de éstos, y las adaptaciones que realiza el agricultor para contrarrestar los efectos negativos de los mismos. Por ende, el estudio de casos no sólo se dirige al *"cuanto"* y *"como"* del manejo de la finca, sino también enfoca el *"por qué"* de las decisiones y acciones tomadas. Para tal fin, se busca información que permita:

- ◆ Hacer un análisis detallado de las condiciones de producción, los problemas y las adaptaciones en los sistemas de cultivo y los sistemas pecuarios, así como en el sistema de producción en su totalidad.
- ◆ Realizar un análisis económico del funcionamiento de los sistemas de cultivo y los sistemas pecuarios y del sistema de producción entero.
- ◆ Analizar las percepciones del productor y de los miembros del hogar, respecto al futuro de la finca, las alternativas de desarrollo, las relaciones con las instituciones de desarrollo y la organización agrícola.
- ◆ Definir, basándose en a, b y c, lineamientos para la formulación de soluciones y alternativas que puedan contribuir al desarrollo del sistema de producción investigado.

Es importante aclarar que existen diferencias entre estudios de casos con un enfoque meramente agroeconómico y el estudio de casos agro-socio-económico con enfoque de sistemas. Tales diferencias se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Diferencias entre estudio de casos con un enfoque meramente agroeconómico y el realizado en el diagnóstico agro-socio-económico con enfoque de sistemas.

Estudio de casos con un enfoque meramente agroeconómico	Estudio de casos en el diagnóstico agro-socio-económico con enfoque de sistemas
► El número de fincas a estudiar es menor de 10	► El número de fincas a estudiar es relativamente grande
► La duración del estudio es de al menos de un año por caso	► La duración del estudio es de 3 a 5 días por caso
<u>Objetivo</u> ► Recoger datos meramente agroeconómicos (de carácter cuantitativo)	<u>Objetivo</u> ► Disminuir el énfasis en la obtención de datos cuantitativos muy detallados ► Enfatizar en la obtención de información cualitativa, en forma de un análisis histórico del desarrollo del sistema de producción, y en el estudio de aspecto de índole social y cultural

En resumen, el formato de estudio de casos en el diagnóstico agro-socio-económico con enfoque de sistemas resulta en un ahorro de tiempo y una base más amplia que el estudio de casos de tipo agroeconómico, a causa del mayor número de estudios de casos que pueden realizarse en un período más corto. Sin embargo, la estrategia seguida depende por completo de la capacidad de los informantes para suministrar la información deseada. Por lo tanto, es de suma importancia buscar informantes que tengan la mayor capacidad de suministrar los datos requeridos.

La importancia del estudio de casos en el diagnóstico agro-socio-económico con enfoque de sistemas se debe a que es un método apto para la obtención de tres tipos de datos.

1. ► Datos que por su carácter cualitativo y complejo, son difíciles o imposibles de obtener en las otras fases del diagnóstico.
2. ► Datos que, en principio, podrían ser obtenidos de otra forma. Por ejemplo, en la encuesta de base, pero cuya recogida y procesamiento de esta otra vía resultaría muy costoso.
3. ► Datos "delicados", para cuya obtención, con algún grado de confiabilidad, es necesario previamente establecer una relación de confianza entre el investigador y el informante. Ejemplo de estos tipos de datos son los relacionados con los ingresos, las deudas y la tenencia de la tierra.

Los resultados de un estudio de casos no se pueden extrapolar hacia la población investigada, basándose en los principios de la estadística. Esto se debe al número limitado de estudios que se realiza, y más importante todavía, el hecho de que no se selecciona la muestra basándose en principios estadísticos, sino en base a características específicas del informante.

No obstante, es posible definir una "representatividad razonada" de la información requerida. La base de esta representatividad es que cada caso se ubica en uno de los tipos de sistema de producción, definidos en base a los resultados de la encuesta de base. La consecuencia lógica es que cada caso es representativo del tipo al que pertenece respecto a todas las características, usadas como criterios para la definición de los tipos, como son: la composición del sistema de producción, el acceso a los factores de producción y la orientación de la producción.

Por la duración relativamente limitada del estudio de casos en el diagnóstico agro-socio-económico con enfoque de sistemas, la importancia de la entrevista semi-estructurada es mayor que la de la observación. Por tratarse de visitas realizadas durante un período máximo de algunas semanas, la mayor parte de la información obtenida en las entrevistas no puede ser verificada a través de observaciones directas, simplemente porque muchos de los fenómenos que se investigan no se presentan en el momento de realizar el estudio. Por lo tanto, para obtener la información requerida se depende de la memoria del informante.

Para alcanzar una comprensión precisa de la toma de decisiones en el sistema de producción, no es suficiente inventariar solamente las prácticas de manejo en la finca y las formas en que se realizan las mismas. El enfoque del estudio es hacia el análisis del "*por qué*" de las decisiones y acciones tomadas. Una buena explicación del productor del "*por qué*" dará información sobre:

1. ► Uno o más problemas específicos.
2. ► Las condiciones de producción que son las causas de los problemas.
3. ► Las adaptaciones realizadas.

La manera más apta para llegar al "*por qué*" es mediante la búsqueda de discrepancias entre cuatro alternativas de acción:

1. ► La práctica real:

Ejecutada en un momento específico. Por lo general, se toma como punto de referencia la forma en que la práctica fue ejecutada en la última cosecha. Por ejemplo, se pregunta: Cuántos quintales de completo/urea aplicó en la última siembra?.

2. ► La práctica preferida por el productor:

Siguiendo el mismo ejemplo, se pregunta: Cuántos quintales de completo/urea le gustaría haber aplicado?.

3. ► La práctica según la recomendación técnica:

Se pregunta: Qué recomiendan los técnicos respecto a la aplicación de completo/urea?.

4. ► Las prácticas realizadas en el pasado:

Para inventariar el aspecto histórico, se pregunta: Cuántos quintales de abono aplicó hace 5 años, o hace 10 años, o cuando consiguió la finca?.

Las discrepancias que se encuentran entre estas cuatro alternativas forman la base de un diálogo sobre las condiciones de producción, los problemas que surgen como consecuencia de factores limitadores en las mismas, las adaptaciones de los productores. Una discrepancia entre la preferencia del productor y la práctica real, indicará que existen factores limitadores en el sistema de producción, que impiden la realización de una práctica en la forma más adecuada según el criterio del productor. Por otra parte, discrepancias entre la recomendación técnica y la preferencia del productor pueden indicar que las recomendaciones no están bien adaptadas a las condiciones de producción del área de trabajo.

Otra forma de discrepancia, valiosa para el análisis del estudio de casos, es la de la producción esperada y la producción real de un cultivo. El pequeño productor inicia una cosecha con ciertas expectativas. Con los recursos disponibles espera obtener cierto rendimiento, siempre que no haya contratiempos en la cosecha, con plagas y enfermedades inesperadas o condiciones climatológicas desfavorables.

A través de la comparación de estos rendimientos esperados con los realmente obtenidos en las últimas tres o cuatro cosechas, y mediante el análisis de las causas de las diferencias, es posible definir los principales problemas y condiciones de producción del sistema de cultivo investigado.

Estos problemas pueden ser de carácter agroecológico (plagas o enfermedades, acame causado por vientos, o la pudrición por efecto del exceso de agua) o pueden estar ligados a factores socio-económicos (problemas de malezas, causados por la incapacidad económica del productor de comprar el herbicida o contratar la mano de obra en el momento adecuado).

En la entrevista semi-estructurada para el estudio de casos del diagnóstico agro-socio-económico se abordan los siguientes tópicos:

1. ► Las características personales del informante

Se analiza la historia de vida del informante y opiniones referente a los nexos externos del sistema de producción (el papel de las instituciones de desarrollo de la zona y de la organización agrícola, las esperanzas y ambiciones en cuanto al desarrollo de la finca, las esperanzas sobre el futuro en general, y la percepción de la situación propia y la de los otros miembros del hogar). También, se analizan las actitudes frente a la producción agrícola, especialmente en cuanto a la orientación de la producción y respecto al equilibrio entre los posibles beneficios y los riesgos relacionados con cambios en el sistema de producción.

2. ► El sistema de producción agropecuaria

La información sobre los diferentes sistemas de cultivo y los sistemas pecuarios debe de integrarse en una sola imagen del sistema de producción agropecuaria. Un elemento esencial para determinar el funcionamiento del mismo es el análisis del uso de los factores de producción (la tierra, el capital y la mano de obra). En cuanto a la mano de obra es necesario elaborar un calendario anual con la cantidad de hombres-días dedicados a las diferentes actividades productivas. También, se realiza la división del trabajo en la unidad productiva, y el papel de la mano de obra contratada. Referente al capital, se elabora un esquema de los flujos entre los diferentes sistemas de cultivos y sistemas pecuarios, basado en los inventarios de los gastos de producción (insumos, mano de obra pagada etc), la procedencia de las inversiones realizadas en cada sistema, y los ingresos obtenidos por la venta de los productos.

Al igual que con el análisis de los sistemas de cultivo, el análisis de sistema de producción debe tener un enfoque histórico, a través del cual se posibilita el estudio de su desarrollo durante los años. Este tipo de análisis histórico permite analizar los cambios en las condiciones de producción, y la influencia de éstos sobre la dinámica del sistema de producción.

3. ► Los sistemas de cultivo y los sistemas pecuarios

Se inventarían las prácticas agrícolas, los criterios utilizados para la selección de variedades y razas, los gastos incurridos en la producción, el uso de la mano de obra, los rendimientos, el procesamiento del producto, los beneficios y el destino de la producción. Además, se elabora un calendario de actividades. Cada elemento debe tener un enfoque dinámico e histórico, es decir, se debe estudiar su desarrollo durante los años de existencia del sistema finca. Particularmente en la investigación sobre las variedades y las prácticas culturales, se usa la estrategia de la detección de discrepancias descritas anteriormente.

Como ya se indicó respecto al formulario de la encuesta de base, para mantener clara la diferencia entre lo preferido y la práctica real, es necesario que las preguntas correspondientes se dirijan a las prácticas realizadas en una cosecha específica.

Además de analizar las discrepancias entre rendimiento obtenido y esperado en una sola cosecha, también es útil investigar las diferencias entre los rendimientos obtenidos en diferentes ciclos agrícolas. Un diálogo sobre las razones de estas diferencias ofrece una perspectiva de la dinámica del desarrollo del sistema de cultivo, y permite establecer si el año anterior a la ejecución del diagnóstico fue un año típico o atípico.

4. ► Las otras actividades productivas

Debe detallarse la información sobre las inversiones y los beneficios de actividades productivas fuera del sistema de producción, como son jornalear en otras fincas de la zona, trabajo estacional migratorio, o trabajo no agrícola en comercio, servicios, etc. De gran importancia es el análisis de los intercambios, a través de la competencia por recursos y la complementaridad de diferentes actividades entre el sistema de producción agropecuario y las otras actividades productivas.

5. ► La organización social

Este elemento se hace tanto a nivel de edad (la composición familiar y la división del trabajo) como a nivel de la comunidad (las relaciones con otros hogares, el intercambio de bienes e información, y la organización formal e informal).

5.3.8. La Elaboración de Modelos

Como penúltimo paso del diagnóstico agro-socio-económico con enfoque de sistemas se procede a la elaboración de "*modelos*" de los diferentes sistemas de cultivo, sistemas pecuarios y sistema de producción encontrados en el dominio de investigación. Un "modelo" no es más que una descripción de un sistema dado, cuyas características se derivan de los datos cualitativos y cuantitativos recogidos en la encuesta de base y en el estudio de casos. Por tanto, cada modelo enfatiza los elementos claves del diagnóstico agro-socio-económico, tales como: las condiciones de producción, los problemas y las adaptaciones de los productores, el funcionamiento económico del sistema, y las recomendaciones para el desarrollo de posibles soluciones y alternativas.

En resumen, el resultado final de la elaboración de un modelo es una descripción detallada del sistema, con las principales características del tipo de sistema que representa. En el caso de sistemas de cultivo y sistemas pecuarios, cada modelo corresponde con una forma de manejo específico, determinado por variables como el uso de variedades/razas y agroquímicos; los rendimientos; el uso de la tierra; mano de obra y capital.

En el caso de los sistemas de producción, el modelo caracteriza la composición de éste, así como sus relaciones con los otros subsistemas del sistema en su totalidad.

El elemento central de cada modelo está constituido por el análisis de las condiciones de producción, los problemas que resultan de los factores limitadores en las mismas y las adaptaciones del productor.

5.3.9. La Definición y Selección de los Problemas por Estudiar y Recomendaciones

Finalmente, en el diagnóstico agro-socio-económico con enfoque de sistemas se definen los problemas por investigar más detalladamente en proyectos específicos de investigación, con el fin de determinar soluciones o alternativas de desarrollo. La selección de los problemas se hace basándose en una reseña completa de los factores limitadores de los dominios de recomendación diagnosticados, de los problemas que resultan de estas limitaciones, y de las posibilidades para resolverlas mediante el desarrollo de soluciones o alternativas.

Por lo general, un diagnóstico agro-socio-económico con enfoque de sistemas bien ejecutado dará como resultado una lista amplia de tópicos de investigación. Por lo tanto, es necesario hacer una selección, basada en las siguientes consideraciones:

1. ► El impacto positivo que se espere de la introducción de las soluciones y alternativas por desarrollar. Es decir, los beneficios directos e indirectos, en términos económicos, sociales y ecológicos.
2. ► El costo de las soluciones y alternativas por desarrollar, el cual consta de los siguientes componentes:
 - El costo del desarrollo de las soluciones y alternativas, en cuanto a los recursos y al tiempo que debe de invertirse en las investigaciones correspondientes.
 - El costo de la divulgación de las soluciones y alternativas de desarrolladas.
 - El costo de la aplicación de las soluciones y alternativas divulgadas.
 - El costo en cuanto a efectos negativos, directos e indirectos, de la aplicación de las soluciones y alternativas.
3. ► Los recursos disponibles para el desarrollo, la divulgación y la aplicación de las soluciones y alternativas .

Además de la definición de los problemas por investigar en futuros proyectos se pueden hacer recomendaciones, las cuales pueden ser: de carácter técnico-agronómico, como sembrar en curvas de nivel, realizar prácticas de conservación de suelos, nuevas técnicas agrícolas o nuevos sistemas de cultivo; de carácter económico, como nuevas formas de producción o nuevos programas de crédito; y de carácter social, como formas alternativas de organización.

Para concluir este capítulo, puede resumirse que tanto la investigación experimental como la no experimental, son herramientas muy valiosas de que dispone la ciencia y ningún tipo es mejor que el otro. Desde luego, ambos tipos de investigación poseen características propias que es necesario resaltar; así como su importancia práctica dependerá de la utilidad que tengan según cada caso en particular.

El control sobre las variables es mayor en la investigación experimental que en la no experimental. En un experimento se analizan relaciones "puras" entre las variables de interés, sin contaminación de otras variables, y por ello podemos establecer relaciones causales con mayor precisión, siendo el análisis probabilístico el más común. En cambio, en la investigación no experimental, resulta más complejo separar los efectos de las múltiples variables que intervienen, y en este caso el análisis probabilístico no es el determinante .

En la investigación experimental las variables independientes pueden manipularse por separado o conjuntamente con otras para conocer sus efectos principales y de interacción, en la investigación no experimental no puede hacerse.

De lo antes expuesto, queda clara la necesidad de impulsar una agricultura sostenible y desarrollo rural integral en Nicaragua, de acuerdo a las condiciones agro-socio-económicas existentes en una zona determinada, para lo cual hay que combinar los dos tipos de investigación: Experimental y No Experimental. Ambos métodos, constituyen el soporte científico-técnico del desafío de la sostenibilidad de los procesos de GTTA en Nicaragua, el cual en síntesis debe traducirse en alternativas de tecnologías apropiadas de acuerdo a las realidades imperantes en cada sector y territorio en particular, (Pedroza, 1996).

CAPITULO 6. BASES PROGRAMATICAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE NICARAGUA

Las bases programáticas para el desarrollo sostenible de Nicaragua, están contenidas básicamente en cuatro documentos rectores, ellos son: La Estrategia Nacional de Conservación para el Desarrollo Sostenible (ECODESNIC); El Esquema de Ordenamiento Ambiental del Territorio (EOAT); El Plan de Acción Forestal de Nicaragua (PAF-NIC); y El Plan de Acción Ambiental de Nicaragua (PAA-NIC). Con fines orientativos-docentes, se presenta en este capítulo un breve resumen de la ECODESNIC y del PAA-NIC.

6.1. ESTRATEGIA NACIONAL DE CONSERVACION PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE (ECODESNIC)

6.1.1. Antecedentes del ECODESNIC

En Septiembre de 1990, durante las negociaciones de la cooperación Suecia-Nicaragua para el sector forestal, se decidió iniciar en enero de 1991, la preparación de tres documentos fundamentales, sintetizada su lógica en la figura 2. Esos tres documentos son:

- *Estrategia Nacional de Conservación para el Desarrollo Sostenible (ECODESNIC)*
- *El Esquema de Ordenamiento Ambiental del Territorio (EOAT) y ...*
- *El Plan de Acción Forestal de Nicaragua (PAF-NIC)*

Para esto se estableció una Unidad de Coordinación conocida como ECOT-PAF, contando con el apoyo financiero de la Autoridad Sueca para el Desarrollo Internacional (ASDI). Este proceso de planificación se caracterizó por su enfoque integral y su carácter altamente participativo, que tenía por objeto elaborar una propuesta para el desarrollo sostenible que contribuyera a mejorar el nivel de vida de la población y de la economía en general.

Para realizar la ECODESNIC se involucraron diversos agentes sociales del país a través de talleres de consulta a nivel departamental y municipal. Participaron representantes de organismos gubernamentales y no gubernamentales, gobiernos locales, centros de investigación, universidades, grupos indígenas, representantes del sector privado, técnicos, profesionales, grupos de mujeres, religiosos, campesinos, comunidades urbanas y rurales del país, así como militares, ex-militares, y desmovilizados.

El proceso de formulación de la Estrategia de Desarrollo Sostenible de Nicaragua fue realizado desde el mes de enero de 1991 hasta 1992, bajo la coordinación de la Unidad Técnica de ECOT-PAF. Para la fase de Diagnóstico se realizó una gran consulta popular en la que participaron mas de 1,400 representantes de diferentes organizaciones municipales, estatales y no gubernamentales.

También participaron en la elaboración de los estudios 30 equipos técnicos con más de 250 especialistas de distintas instituciones públicas y privadas.

Una vez realizada la consulta tanto a nivel municipal como técnica, se hizo un análisis sobre la problemática ambiental a nivel departamental, regional y nacional, la que sirvió de base para el Diagnóstico de la Problemática Ambiental.

El equipo de ECOT-PAF, procedió a la formulación de la Estrategia, con la participación de un grupo de profesionales nacionales muy experimentados, de diversas instituciones y en consulta con autoridades y especialistas del sector público y privado del país, así como de diferentes Organizaciones Ambientalistas.

Posteriormente a esta etapa se procedió a realizar otra consulta, a través de seminarios-talleres con el objetivo de dar a conocer el diagnóstico elaborado y presentar la propuesta de la Estrategia de Conservación para el Desarrollo Sostenible, así como el de conocer los diferentes criterios y aportes.

Es a partir de todo este proceso técnico-consultivo que el equipo de coordinación de ECOT-PAF elaboró la ECODESNIC, que junto con la EOAT y el PAF-NIC, fueron aprobados mediante decreto ejecutivo No. 246 del gobierno de Nicaragua, emitido el 7 de septiembre de 1992.



Figura 2. Organización de ECODESNIC, EOAT, y PAF-NIC. Fuente: ECOT-PAF.

6.1.2. Consideraciones generales de la ECODESNIC sobre el Desarrollo Sostenible en Nicaragua

La situación social y ambiental que vive hoy el pueblo de Nicaragua, exige la urgente adopción y ejecución de una estrategia de desarrollo, que resuelva los actuales problemas, y emprenda una real movilización de su potencial natural en función de lograr el crecimiento económico, satisfacer las necesidades esenciales de la población y del desarrollo nacional en una perspectiva a mediano y largo plazo.

La forma en que se han utilizado los recursos naturales ha provocado graves problemas de degradación de ecosistemas. Por esta razón se vuelve imperativo un cambio en el estilo de desarrollo para poder superar los problemas que agobian a la sociedad nicaragüense, (Figura 3).

En relación a otros países del área, Nicaragua posee importantes recursos naturales para su desarrollo económico: tierras fértiles, recursos forestales, recursos hídricos, pesqueros, minerales y escénicos. Este importante y decisivo potencial de recursos naturales, con un manejo integral y sustentable podría generar una oferta diversificada de materias primas y servicios, de singular significación al proceso productivo.

La diversificación de la producción podría constituir una base para una nueva articulación sana, creativa y dinámica con el mercado mundial y para satisfacer las necesidades básicas de la población. Esta exigencia de una estrategia dinámica debe estar abierta y consciente de los profundos cambios tecnológicos, económicos y políticos que se han operado a nivel mundial.

Una estrategia de desarrollo sostenible en un momento de excepcionales cambios, requerirá entre otras cosas superar el modelo de sustitución de importaciones, asociado a la agroexportación de un conjunto muy limitado de materias primas de origen agropecuario.

Los intentos de desarrollo realizados hasta ahora, revelaron grandes dificultades para valorizar adecuadamente la heterogénea, compleja y generosa oferta ecosistémica que brindan nuestros recursos naturales.

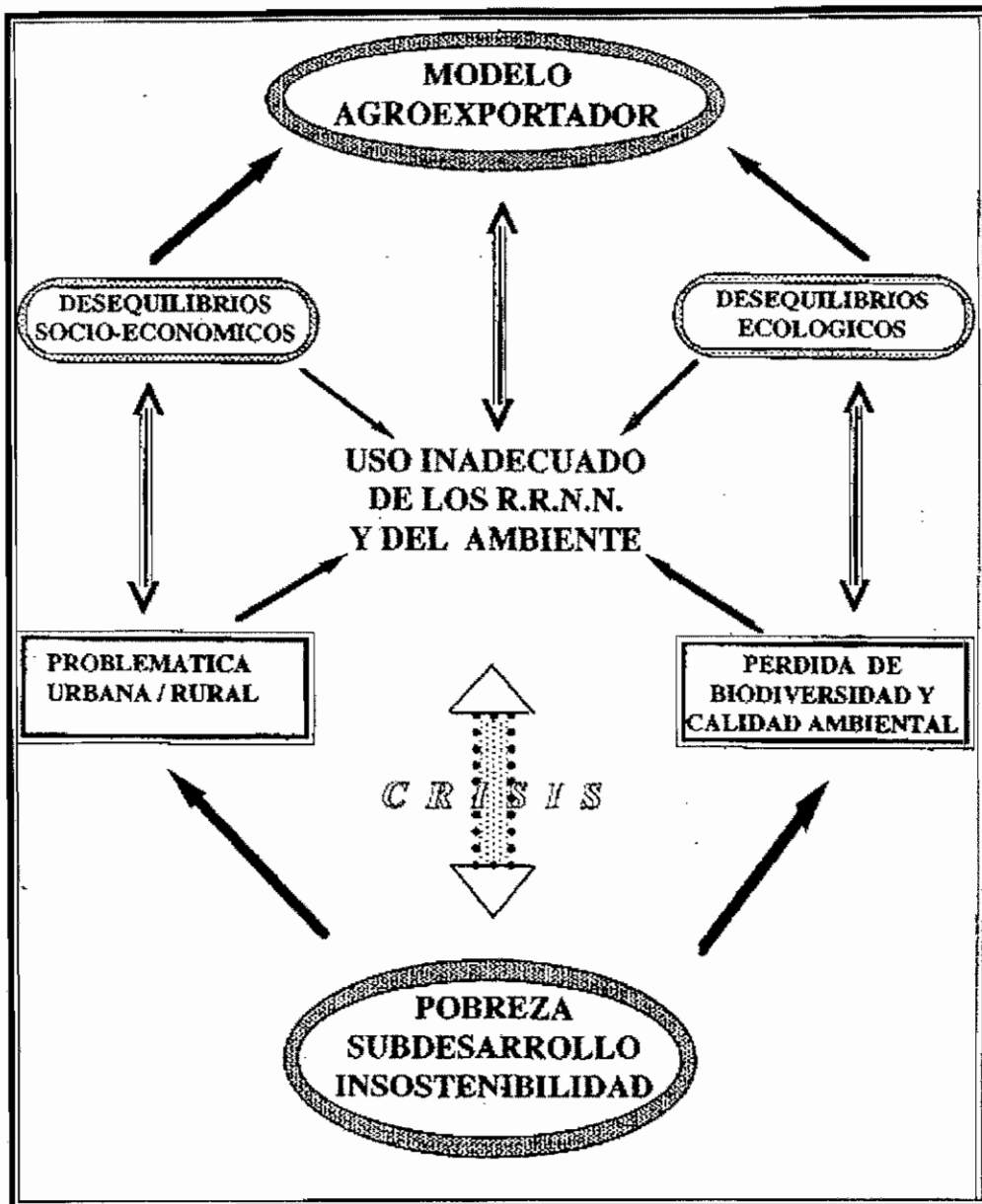


Figura 3. Modelo económico insostenible a mediano plazo. Fuente ECOT-PAF.

La nueva realidad a que se enfrenta Nicaragua está condicionada por los siguientes elementos:

- a) Los procesos de contaminación y deterioro ambiental ocasionados por las actividades productivas, van superando la capacidad de regeneración de los ecosistemas naturales.

Como consecuencia se degradan los recursos básicos (suelos, subsuelo, aguas, bosques, pesca, atmósfera), y se reduce su disponibilidad. Además se forman graves focos de insalubridad que afectan la salud de la población y minan su capacidad productiva.

- b) Las alternativas tecnológicas adecuadas para la solución y prevención de los problemas son conocidas, asequibles y además, exigidas a nivel internacional, por la demanda de productos "ambientalmente limpios" para el mercado de los países compradores, al grado de que se rechazan muchos productos que no cumplen con los requisitos sanitarios establecidos por las leyes de esos países.

- c) Los cambios tecnológicos, los requerimientos del mercado, los avances de la biotecnología a nivel mundial, y el estancamiento tecnológico en nuestras prácticas de producción, han cambiado drásticamente las ventajas comparativas que tenía Nicaragua, como productor de algunos rubros tradicionales para la agroexportación en relación a otros países.

- d) Los altos niveles de desocupación y subocupación de la mano de obra existentes y los que inevitablemente se generan a corto plazo debido a los costos sociales del "Plan de Estabilización y Ajuste Estructural", obligan no sólo a reordenar el uso de nuestros recursos naturales, sino también las tecnologías y las formas de aprovechamiento de las mismas, para alcanzar una sustentabilidad ecológica, económica y social, ya que el costo social del ajuste, está acompañado de un alto costo ambiental.

Teniendo en cuenta los principales problemas ambientales de Nicaragua, representados en la figura 4, y su particular desarrollo histórico, se puede definir el desarrollo sostenible, como "aquella modalidad capaz de utilizar los recursos naturales para satisfacer las necesidades esenciales de la población, de esta generación y las futuras, conservando la capacidad de reproducción de la base natural".

Figura 1. Problemática Ambiental, ** Nacional **

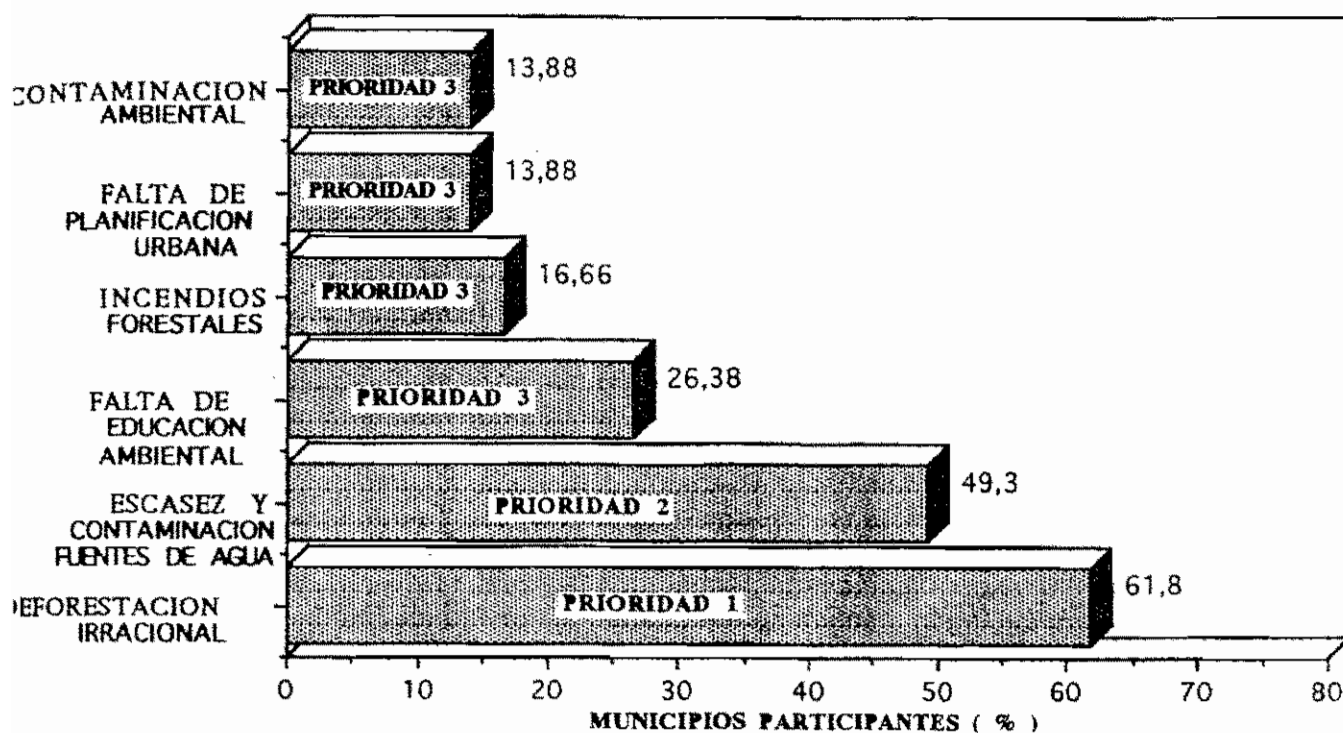


Figura 4. Problemática Ambiental a nivel Nacional.
Fuente: Consulta Municipal. ECOT-PAF.

Figura 1. Problemática Ambiental, ** Nacional **

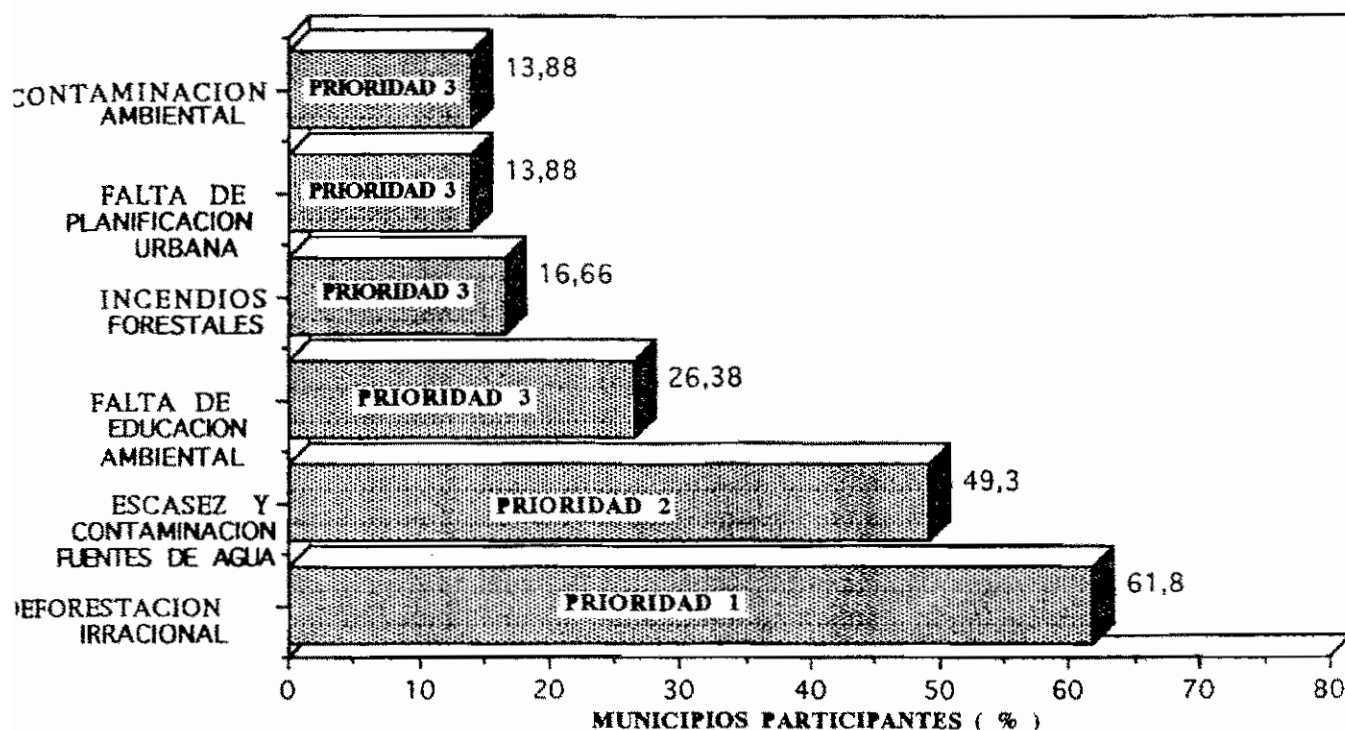


Figura 4. Problemática Ambiental a nivel Nacional.
Fuente: Consulta Municipal. ECOT-PAF.

-Esta nueva visión enfatiza sobre los diferentes y complementarios conceptos de sustentabilidad, que deben ser incorporados a todo proyecto de desarrollo económico nacional, (figura 5).

- La sustentabilidad ecológica, que permita utilizar al máximo los ecosistemas, con una estrategia tecnológica múltiple, compatible con el mantenimiento de los procesos regenerativos y de las características de los hábitats naturales.
- La sustentabilidad económica, que garantice la rentabilidad de la producción de una manera permanente, e incorpore los costos ambientales actuales a los procesos económicos.
- La sustentabilidad socio-cultural, que dependerá del mejoramiento real del nivel y calidad de vida de la población, requiriéndose para ello, su activa participación en las diferentes instancias y etapas del proceso de desarrollo, tomando en cuenta los valores culturales nicaragüenses.
- La sustentabilidad política, entendida como la permanente búsqueda y logro del consenso, de las diferentes fuerzas que conforman el espectro político nacional, en torno a los grandes retos que plantea la lucha por el desarrollo, en una perspectiva a mediano y largo plazo.

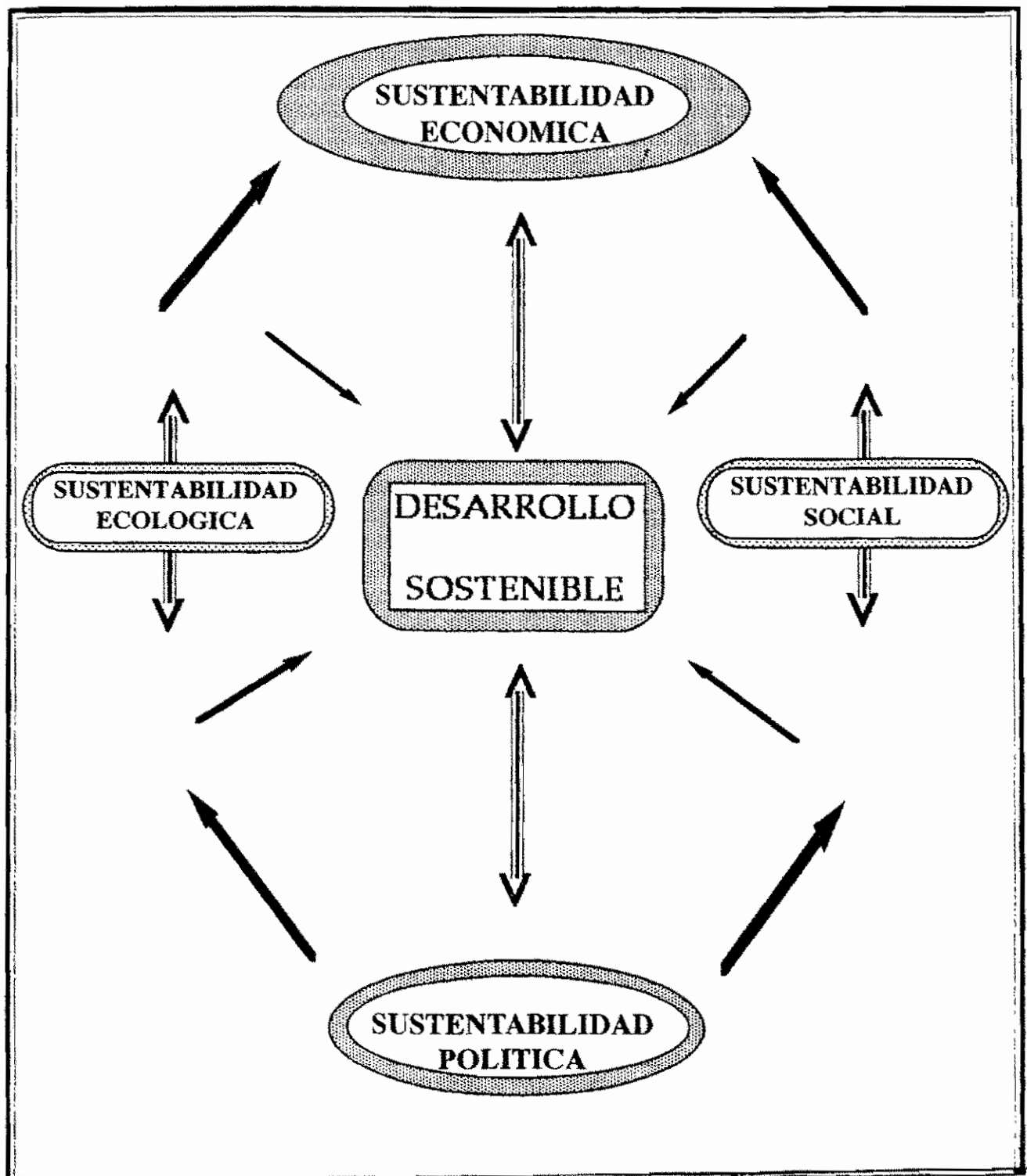


Figura 5. La Sustentabilidad del Desarrollo.
Fuente: ECOT-PAF.

6.1.3. La Estrategia de Conservación para el Desarrollo Sostenible de Nicaragua, -ECODESNIC-

La Estrategia de Conservación para el Desarrollo Sostenible para Nicaragua consiste básicamente en la diversificación e intensificación de la producción, mediante el aprovechamiento múltiple de sus recursos y ambientes naturales, de acuerdo a las potencialidades que sus ecosistemas brindan; sin exceder sus capacidades de regeneración natural.

La diversificación productiva debe hacerse de acuerdo a las exigencias del mercado, en combinación con medidas de conservación, defensa de la biodiversidad y la prevención de la contaminación ambiental; mejorando la calidad de vida de la mayoría de la población más necesitada.

La estrategia se basará en la adecuada articulación social, económica y territorial de las actividades productivas derivadas del aprovechamiento de los recursos naturales como el suelo, el subsuelo, aguas y bosques en un nuevo enfoque para el desarrollo agropecuario, pesquero, forestal, minero y turístico, basado en la diversificación productiva y su industrialización, sobre una matriz energética no dependiente del petróleo.

La estrategia descansará en la participación abierta y democrática de una diversidad de actores y agentes económicos en los diferentes ámbitos nacional y local, en un nuevo esquema de relaciones entre el Estado y la Sociedad Civil que promueva la descentralización político administrativa y la participación amplia de la economía dándole énfasis a la incorporación productiva de la mujer y otros importantes sectores poblacionales como las minorías étnicas y los discapacitados históricamente marginados.

6.1.4. Misión y Objetivos Generales de la Estrategia

Para la superación de la problemática planteada se propone a la sociedad nicaragüense alcanzar a mediano plazo, la siguiente misión y objetivos nacionales para el Desarrollo Sostenible.

MISION

Establecimiento de un Modelo de Desarrollo Sostenible, que promueva el crecimiento económico y satisfaga las necesidades esenciales de la población de ésta y las generaciones venideras, basado en la más amplia participación democrática, la justicia social, la conservación del medio ambiente y el aprovechamiento racional de los recursos naturales con que cuenta Nicaragua.

Especial énfasis deberá darse al mantenimiento de la biodiversidad, el aprovechamiento racional de los recursos forestales, pesqueros, mineros, energéticos y turísticos y en la plena utilización de la potencialidad de los recursos humanos, laborales y socioculturales de los hombres y mujeres del país.

OBJETIVOS

1. Contribuir a eliminar la pobreza extrema, reducir la pobreza crítica y mejorar el nivel y calidad de vida de la mayoría de la población mejorando la calidad del medio ambiente, ofreciendo alternativas de empleo productivo e incrementando la oferta productiva de bienes y servicios. Especial atención deberá darse a la reducción de la marginalidad urbana y del denominado sector informal de la economía.
2. Contribuir al proceso de democratización plena de la sociedad nicaragüense, a través del fortalecimiento de las instancias del gobierno local y la participación de la población en la gestión ambiental. Esto incluye la incorporación de la mujer, así como de los pueblos indígenas en las tareas y beneficios del desarrollo sostenible.
3. Mantener la biodiversidad genética de nuestros ecosistemas, como la riqueza más importante, base de la existencia de la vida y la sobrevivencia humana. Para ello se deberá preservar la flora y fauna existente, y proteger aquellas especies en peligro de extinción.
4. Aprovechar de manera racional y sostenible los recursos renovables y no renovables.
5. Incrementar la oferta productiva de bienes y servicios para el consumo interno, sobre todo en lo referido al consumo de alimentos, medicinas, materiales de construcción, vestuario, recreación, educación, y otros productos y servicios básicos para la población.
6. Mejorar la balanza comercial y el sector externo de la economía, aumentando la captación de divisas netas, mediante el incremento y diversificación de las exportaciones de Nicaragua, sobre todo los rubros denominados no tradicionales, en los cuales se tengan ventajas competitivas importantes en costo y calidad en el mercado internacional.
7. Incrementar la exploración, desarrollo y el aprovechamiento integral de todas las formas de energía compatibles con la necesidad de preservar el medio ambiente. Particular importancia deberá darse al aprovechamiento de la energía hidroeléctrica, geotérmica y de biomasa que contribuyan a reducir la dependencia del petróleo.
8. Rehabilitar los recursos naturales deteriorados y mejorar su capacidad productiva, así como rehabilitar los ambientes contaminados por los efectos indeseables de las actividades económicas. Además prevenir y mitigar el impacto nocivo de las

actividades humanas sobre el medio ambiente terrestre, aéreo y marino, evitando o reduciendo a límites tolerables la contaminación y el deterioro ambiental.

9. Contribuir al desarrollo proporcionado de los territorios y asentamiento humanos compatibles con la conservación y el potencial de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y en la defensa contra los riesgos naturales.

Particular énfasis deberá hacerse en la descentralización de Managua y en la integración y desarrollo de la Costa Atlántica.

10. Aumentar la conciencia de las autoridades nacionales y locales y la población en general sobre la necesidad del establecimiento de una nueva y más sana relación con la naturaleza como condición indispensable para el éxito de una Estrategia de Conservación para el Desarrollo Sostenible.

6.1.5. Decisiones Estratégicas para el Desarrollo Sostenible. Áreas de Intervención y Factores Claves

Evidentemente que, para poder implementar la estrategia de Desarrollo Sostenible, es indispensable tomar algunas decisiones de carácter estratégico, considerando para ello las diferentes áreas de intervención y factores claves que son preponderantes para el éxito de la estrategia. Tales decisiones de la ECODESNIC, son las siguientes:

1. Aprovechamiento integral y sustentable de los recursos naturales y del hábitat en una nueva relación economía naturaleza.
2. Un nuevo esquema energético sostenible.
3. Un nuevo modelo de desarrollo agropecuario sostenible.
4. Un desarrollo rural integral conservacionista.
5. Un desarrollo forestal integral.
6. Desarrollo pesquero diversificado.
7. Desarrollo del turismo naturalista o ecoturismo.

ECONOMICAS Y SOCIALES

**ECONOMICAS
Y SOCIALES**

8. Desarrollo de una Nueva Industria no Contaminante.
9. Desarrollo social compatible con el medio ambiente.
10. Una nueva educación para la conservación de los recursos naturales.
11. Rescate y fortalecimiento de la identidad cultural nicaragüense.
12. Acción ambiental participativa.
13. La promoción de la salud a través de la higiene ambiental.

**INSTITU-
CIONALES**

1. Modernización, democratización y descentralización del estado.
2. Un sistema de planificación ambiental moderno y eficaz.
3. Ordenamiento territorial.
4. Una legislación ambiental que promueva la conservación y el desarrollo.

ESPECIALES

1. Desarrollo Tecnológico compatible con la realidad social y natural.
2. Desarrollo integral de la Costa Atlántica de Nicaragua.
3. Desarrollo de un sistema nacional de conservación de biodiversidad.

6.2. EL PLAN DE ACCION AMBIENTAL DE NICARAGUA: MARCO DE REFERENCIA DE LA POLITICA Y ESTRATEGIA AMBIENTAL DE NICARAGUA

6.2.1. Consideraciones Generales del PAANIC

El PAANIC es un instrumento para la toma de decisiones en materia ambiental y sirve para propiciar el desarrollo sostenible. Debe entenderse como un Plan flexible sujeto a un proceso periódico de revisión y ajuste.

El Plan es un documento de consenso entre los principales sectores públicos, privados y municipales, de quienes se espera que sean elementos claves en la ejecución del mismo. El Plan presenta claros beneficios para mejorar la calidad y el nivel de vida de las presentes y futuras generaciones así como para la economía en general.

Esto implica el uso adecuado de los recursos naturales y el territorio teniendo en cuenta sus potencialidades, restricciones y la protección ambiental; por cuanto, en eso se sustenta el posible desarrollo económico del país. En él mismo se hace énfasis particular en detener y prevenir deterioros ambientales.

Debido al nivel de industrialización extremadamente bajo y a la escasa diversificación de la economía, y la necesidad apremiante de reanudar el crecimiento en Nicaragua, significa el uso más intenso y eficiente de los recursos naturales.

Estos recursos constituyen la base potencial para el desarrollo del país, y de no modificarse el estilo de aprovechamiento, el crecimiento económico se lograría a costa de mayor deterioro y agotamiento de los recursos ambientales del país.

Algunas de las características que presenta el país hacen que el Plan de Acción Ambiental revista un carácter especial. Estas son:

- ◆ Pobreza extrema,
- ◆ Nuevo sistema basado en la economía de mercado,
- ◆ Terreno político inestable,
- ◆ El hecho de que la mano del hombre no ha intervenido aún en gran parte del territorio,
- ◆ Definición bastante pobre de los derechos de propiedad,
- ◆ Baja densidad de población cuyas tasas están registrando un alto crecimiento en la actualidad.

La combinación de estas condiciones ha facilitado el uso inadecuado de los recursos naturales, lo cual se ha generalizado.

La pobreza conduce directamente al uso excesivo de los recursos naturales como alternativa única de sobrevivencia; el nuevo sistema de economía de mercado conjuntamente con una situación política inestable significa básicamente un mayor riesgo para los agentes económicos, lo que disminuye el incentivo a invertir actualmente en la conservación a cambio de un futuro incierto; derechos de propiedad deficientes, pobreza extrema y existencia de grandes áreas vírgenes han fomentado la expansión de la frontera agrícola hacia las últimas áreas remanentes de bosques húmedos tropicales, ocasionando destrucción forestal, disminución de la fertilidad del suelo, contaminación de los recursos hídricos, y destrucción de los hábitats naturales, flora y fauna. Además, los procesos de utilización y procesamiento de los recursos naturales son deficientes y deteriorantes, por lo que los agentes económicos también han contribuido a un mayor nivel de degradación.

6.2.2. Qué es el PAANIC ?

El Plan de Acción Ambiental preparado por la Unidad Técnica del ECOT-PAF, constituye la Política y Estrategia Ambiental de Nicaragua y expresa la posición oficial del Gobierno, es un documento que debe ser visto como un avance, para posibilitar el diálogo inter-institucional e inter-sectorial, y es a su vez una herramienta para la toma de decisiones en la materia. Además, trasciende un período de gobierno por cuanto implica beneficios para la presente y futuras generaciones.

Para la elaboración del mismo, además del equipo coordinador del ECOT-PAF, participaron directamente 25 especialistas nacionales, y seis especialistas internacionales, 4 de éstos proporcionados por el Banco Mundial, uno por ASDI y uno por DANIDA.

Este proceso fue enriquecido con los resultados de la gran Consulta Municipal realizada por ECOT-PAF durante 1991 y 1992, por medio de la cual participaron más de 1,400 representantes de organizaciones municipales, alcaldías, concejales, sectores económicos, instituciones del Estado, religiosos, militares, ex- militares, desmovilizados de la ex-resistencia, ONG's, etc.

La primera versión del documento se preparó en Junio de 1993 y fue revisado por instituciones públicas, comunidad universitaria, Asamblea Nacional, entre otros. Los principales comentarios de las instituciones gubernamentales se incorporaron al documento siendo este último analizado y aprobado por el Gabinete de la Producción el 15 de Octubre de 1993. Finalmente el Plan fue oficializado el 3 de Diciembre de 1993, mediante Acuerdo Presidencial No.261-93.

6.2.3. Objetivos del PAANIC

El Plan de Acción Ambiental ha sido preparado para contar con una política y estrategia ambiental en Nicaragua, a fin de armonizar los intereses de la economía con el ambiente. Este plan servirá además para realizar la gestión ante agencias internacionales y solicitar la cooperación tanto técnica como financiera para impulsar las acciones y proyectos priorizados.

Los objetivos principales del Plan de Acción Ambiental, son:

- Identificar los principales problemas ambientales que afectan a Nicaragua,
- Crear un marco para el diseño de las políticas ambientales que van a incorporarse dentro de los planes de desarrollo nacional y
- Definir las prioridades de intervención.
- El documento intenta mantener un balance adecuado entre las necesidades de crecimiento económico y de protección de los recursos naturales del país.

6.2.4. Estructura Metodológica del PAANIC.

El proceso de elaboración del PAANIC, con el fin de aumentar la probabilidad de éxito de las acciones que se emprendan, fue hecho basándose en el consenso de los diferentes actores institucionales y sociales involucrados.

El proceso metodológico desarrollado para la preparación del PAANIC se dividió en 4 fases o etapas:

- **FASE PREPARATORIA**

Preparación del Marco de Referencia del PAA-NIC.

Los elementos principales que determinan el marco de referencia del PAANIC han sido:

- ◆ **La Estrategia Nacional de Conservación para el Desarrollo Sostenible, (ECODESNIC) y**
- ◆ **El Esquema de Ordenamiento Ambiental del Territorio, (EOAT).**

Los que son documentos oficiales del Gobierno de Nicaragua aprobados por Acuerdo Presidencial No. 246-92.

Además se tomaron en cuenta las políticas macroeconómicas oficiales, y las políticas de desarrollo social del Gobierno, sintetizados en la Estrategia de Reactivación Solidaria. Otro elemento de referencia para la identificación de las prioridades sectoriales y temáticas, fue la Consulta Municipal realizada por el ECOT-PAF en 1991-92.

● FASE I.

Diagnóstico Ambiental

En base a la información existente, se realizaron 18 diagnósticos sectoriales o temáticos específicos, de acuerdo a las prioridades señaladas por la ECODESNIC y la Consulta Municipal, los que fueron encomendados a expertos nacionales, y complementados con seminarios y talleres interdisciplinarios de consulta interinstitucional.

● FASE II.

Síntesis de Diagnóstico

El diagnóstico de los expertos sobre el Estado de los recursos naturales y de los diferentes sectores económicos y sociales abordados, *fue integrado en una síntesis que resume las principales relaciones causa-efecto de la degradación ambiental y de los desequilibrios territoriales*. Especial importancia tuvieron en esta fase los talleres de planificación estratégica realizados con expertos nacionales en cada uno de los temas.

Se llevaron a cabo 18 talleres que reunieron a unos 300 especialistas de agencias gubernamentales, instituciones académicas y sector privado, utilizando el método de **planificación por objetivos**, lo que permitió construir un árbol de problemas y un árbol de objetivos en cada una de las áreas temáticas, que sirvieron de base para la elaboración de la matriz de planificación que sustenta cada propuesta sectorial o temática del PAA-NIC.

Por otra parte, *se localizó en el espacio geográfico la interrelación de los diferentes aspectos estudiados, para seleccionar los territorios críticos*.

● FASE III.

Preparación de Propuestas de Acción.

Tomando en cuenta las políticas macroeconómicas, los resultados de la síntesis del diagnóstico y particularmente la Matriz de Planificación, cada experto formuló una propuesta de acción, un conjunto de lineamientos de política, así como una priorización territorial y operacional.

Para cada Área de Acción Ambiental priorizada se propusieron las medidas legislativas, de organización institucional y de financiamiento, necesarias para la ejecución de las acciones recomendadas.

Estas propuestas fueron presentadas y discutidas en una segunda fase de consulta participativa, realizada en forma colectiva y llamada "Primer Congreso Nacional PAANIC".

Al final de esta etapa, cada experto produjo una versión revisada y cuidadosamente priorizada de su propuesta de acción sectorial o temática, para su integración final.

● FASE IV.

Síntesis e Integración de Propuesta.

La integración final del Plan de Acción se realizó por medio de la compatibilización y articulación de las diferentes propuestas sectoriales.

Para ello, el equipo de coordinación del PAANIC realizó varios talleres internos de revisión y comprobación en los que se construyó una matriz integral tridimensional para verificar y corregir las repeticiones, duplicidades, contradicciones y vacíos en los objetivos, metas, acciones y proyectos de cada una de las 13 propuestas sectoriales y las 5 propuestas transectoriales.

En este proceso de síntesis final, tuvo especial importancia el procedimiento de priorización de las metas y acciones propuestas.

Además, la localización territorial facilitará la coordinación entre las instituciones del nivel central y las instituciones locales; así como la integración sectorial en la ejecución del plan.

La singularidad de la situación de los recursos naturales en Nicaragua radica en el hecho de que el país ofrece una gran diversidad biológica u otros potenciales naturales importantes que pueden servir para elevar el nivel de vida de la población y mejorar la economía en su conjunto, si dichos recursos se manejan cuidadosamente en el presente.

La complejidad y diversidad de problemas ambientales de Nicaragua, aunado a la limitación de recursos financieros del Estado y a la condición de extrema pobreza del país, hacen necesario priorizar sus acciones.

Considerando los costos ambientales de los distintos problemas sobre la salud humana, sobre la capacidad productiva de los recursos y sobre los valores estéticos y recreativos, se priorizan los problemas de acuerdo a sus efectos sobre la salud humana y en la menor demanda de inversión en el corto plazo, aunque estos elementos no sean cuantificados monetariamente.

Además, se establecen las prioridades según las expresaron las comunidades en la consulta municipal. **Estos criterios generan un número mayor de medidas de política sectorial en vez de grandes proyectos de inversión.** Aunque los cambios de política por sí solos no producen directamente mejoras en la calidad ambiental, ellos son condición *sine qua non* que permiten inversiones eficaces en el control ambiental.

Adicionalmente, se priorizan aquellas acciones que ya se han puesto en marcha por el Gobierno y que son consistentes con las recomendaciones de este Plan. Entre las principales están la continuación del proceso que garantiza derechos de propiedad, particularmente en relación a la tenencia de la tierra, y al mantenimiento de los programas de liberalización de precios y mercados y eliminación de subvenciones.

En base a estas consideraciones se hace necesario aplicar medidas que constituyan la síntesis de las acciones prioritarias a corto plazo propuestas en el Plan de Acción Ambiental. Sin embargo, esta síntesis no refleja el Plan en su globalidad ya que existen otras acciones de carácter prioritario que requieren recursos financieros y capacidad técnica e institucional muy por encima de las actualmente existentes en el país. La naturaleza de las acciones a continuación es de orden estratégico y existen propuestas para proyectos específicos en apoyo a las mismas.

El plan está dividido en cuatro programas que ordenan las propuestas, estos son: Acciones Inter-sectoriales, Recursos Prioritarios, Aspectos Temáticos y Territorios Prioritarios.

Los temas abordados en detalle en el PAANIC son:

- | | |
|------------------------------|--|
| ● Instituciones y Leyes | ● Ciencia y Tecnología |
| ● Agua | ● Bosques |
| ● Suelos | ● Agropecuario |
| ● Plaguicidas | ● Recursos Acuáticos |
| ● Biodiversidad | ● Desarrollo Urbano
y Desechos Sólidos |
| ● Etnias y Medio Ambiente | ● Patrimonio Cultural |
| ● Población y Medio Ambiente | ● Ordenamiento Ambiental
del Territorio |

CAPITULO 7. NOTAS INTRODUCTORIAS AL SISTEMA DE ANALISIS ESTADISTICO

7.1. INTRODUCCION

Para asegurar el entrenamiento efectivo de los participantes del curso **Fundamentos de Experimentación Agrícola**, se elaboró el instructivo del paquete estadístico computarizado SAS, denominado **"Instructivo del SAS para datos que provienen de experimentos agrícolas"**, (Pedroza, 1994). Después de una segunda y tercera versión revisada y ampliada, surgió la idea de integrar los diversos componentes sugeridos para mejorar la versión original, hasta llegar a una nueva **Guía del Usuario SAS**. La incorporación de tales sugerencias, dieron como resultado el presente trabajo titulado: **"Sistema de Análisis Estadístico, con Enfoque de Investigación en Finca"**, caracterizado principalmente por su enfoque metodológico, diferente a las Guías del SAS disponibles tradicionalmente.

El presente texto, dirigido a los técnicos y profesionales que trabajan en el área de Generación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria, ha sido elaborado con el propósito general de brindarles una guía metodológica que contribuya a mejorar la calidad de su trabajo y rol estratégico. De esta manera, poder apoyar su labor profesional, que es un medio indispensable para el desarrollo sostenible de Nicaragua.

Esta nueva versión, se espera que permitirá la capacitación real de los participantes en:

a) Fundamentos del Sistema de Análisis Estadístico -SAS-; b) Manejo de base de datos numéricas; c) Técnicas de Análisis Estadístico para experimentos agrícolas: Unifactoriales, Bifactoriales y Trifactoriales; y d) Técnicas de Análisis Estadístico para Validación de Opciones Tecnológicas.

La información que se presenta, se basa mayoritariamente en la generación de resultados experimentales a los que los autores han estado vinculado directamente; además, el material didáctico a usar está bibliográficamente fundamentado y presenta en forma detallada algunos de los conceptos básicos que se consideran de elemental necesidad para el profesional agropecuario, tanto investigadores como extensionistas.

Por otra parte, se hace énfasis en la correcta elaboración de la metodología experimental ha implementar, que a su vez implica saber elegir y realizar correcta y eficientemente la técnica de análisis estadístico a utilizar, para verificar las hipótesis establecidas y de ahí el cumplimiento o no de los objetivos establecidos.

El texto ha sido elaborado con enfoque de Guía Tutorial, con programas estándares ya listos para aplicarse, de modo que permita a los usuarios potenciales, poder empezar a usar SAS inmediatamente después de consultar los temas que aquí se abordan. Posteriormente, el usuario interesado podrá consultar los manuales del SAS para elaborar sus propios programas, como un estudio de caso particular.

La idea de este pequeño abecedario sobre SAS, es que el usuario pueda proceder a ejecutar las rutinas de trabajo elaboradas por el autor, para diferentes diseños y cumplir el contenido temático propuesto, sin tener que ser un especialista en programación y manejo de base de datos numéricos.

En este texto básico, se aborda sobre todo el **análisis estadístico de datos provenientes de Experimentos Agrícolas y Areas de Validación Tecnológicas**. Se ilustra a los usuarios cómo describirle sus datos a SAS, así como la forma de pedirle un análisis determinado. Por otra parte, al usuario interesado se enseña una forma sencilla y eficiente de manejar sus bases de datos mediante LOTUS 123; así también, producir informes de forma más efectiva y práctica con todos los atributos deseados, mediante un editor de textos.

En términos generales, el SAS es útil para toda clase de datos (datos de experimentos de las ciencias físicas; datos de las ciencias sociales; datos mercantiles; datos agrícolas; datos mercadotécnicos) en síntesis, cualquier clase de datos. Para llevar a cabo el análisis de datos experimentales, es necesario sólo algunas de las muchas posibilidades que SAS ofrece.

En el presente texto, concebido con carácter de profesionalización, se explica sólo una pequeña parte de las enormes posibilidades del SAS, que son las necesarias para cumplir el contenido programático aquí establecido. Así mismo, en este texto, se enseña además de una breve parte del SAS, el análisis e interpretación de la hoja de resultados que ofrece SAS al usuario, después de la corrida de un programa. Las bases correspondientes, estadísticas y metodológicas, se exponen con amplitud en el libro "Fundamentos de Experimentación Agrícola", (Pedroza, 1993).

7.2. BASES PARA EL CONOCIMIENTO DEL SISTEMA DE ANALISIS ESTADISTICO

QUE ES SAS ?

SAS es un sistema de computación para análisis de datos.

Un sistema de computación es un grupo de programas para computadoras que funcionan conjuntamente. Debido a que SAS es un sistema, usted no necesita preparar una tarea de computación para cada una de las tareas que desee.

SUS DATOS !

El valor del dato es una medida sencilla: la talla de una persona, el número de calorías de una dieta, la precipitación pluvial anual de una ciudad, etc.

Una observación es un conjunto de valores de datos para el mismo individuo: medidas físicas para una persona, valores nutricionales de una dieta alimenticia, las medida metereológica para cualquier ciudad en Nicaragua, datos agronómicos, etc.

La observación en SAS, es equivalente a un Registro en una Base de Datos.

Una variable es un conjunto de valores de datos para la misma medida: las tallas de todas las personas en el aula de clase, los pesos de diferentes personas en clases, la precipitación pluvial para cualquier poblado de Nicaragua, el rendimiento de campo de una parcela de maíz, etc.

La variable en SAS, es equivalente a un Campo en una Base de Datos.

Un archivo de Base de datos es una colección de observaciones:
Puede contener muchos registros y muchos campos.

7.3. COLOCANDO SUS DATOS DENTRO DE UN ARCHIVO DE DATOS SAS

El primer paso a seguir en cualquier tarea SAS es la creación de un archivo de datos SAS.

DECLARACIONES SAS !

Las tareas de SAS están formadas de declaraciones SAS: las declaraciones SAS le piden a SAS que ejecute algunas actividades.

La primera palabra de una declaración SAS, le indica a SAS cuál actividad desea usted ejecutar, la creación de un archivo de datos SAS, la corrida de un procedimiento estadístico, la impresión de una Base de Datos, etc. En el resto de la declaración SAS, usted le dá a SAS más información sobre la forma en que desea que la actividad sea ejecutada: qué nombre darle al nuevo archivo de datos?; cuál procedimiento se deberá correr ?; cómo ordenar la línea que usted desea imprimir.

Cada declaración SAS finaliza con un punto y coma

La primera palabra en una declaración SAS le indica a SAS lo que usted desea hacer, por ejemplo, **DATA** como primera palabra en una declaración SAS le indica a SAS que origine un nuevo archivo de datos; **PROC** como la primera palabra en una declaración SAS le indica al sistema que corra un procedimiento SAS.

Las declaraciones SAS contienen información sobre cómo debe ejecutarse la actividad, por ejemplo, cuál es el nombre a dársele al archivo de datos ?; cuál procedimiento SAS debe correrse ?.

Usted puede colocar más de una declaración SAS en una misma línea. Por ejemplo, declaraciones

**DATA;
INPUT X Y Z;
CARDS;**

**Puede también escribirse
DATA; INPUT X Y Z; CARDS;**

Sin embargo, le será más fácil entender su tarea SAS si cada declaración ocupa una línea por separado.

Para colocar sus datos dentro de un archivo de datos SAS, usted necesitará de las declaraciones SAS descritas en el resto de este documento de trabajo.

- *la declaración DATA*
- *la declaración INPUT*
- *la declaración CARDS o la declaración INFILE*

Las declaraciones DATA pueden también aparecer en otros lugares de las tareas SAS, cuando usted forme otros archivos SAS.

La declaración INPUT: Describiéndole sus datos a SAS

En la declaración INPUT, usted describe sus datos.

Antes de que usted pueda escribir la declaración INPUT, es necesario que conozca qué representa la información registrada en su base de datos.

"Observe cuidadosamente este consejo: La declaración INPUT, es importante ya que SAS lee los datos usando la descripción que usted le da. Si esta información no es correcta, nada de lo que SAS haga producirá resultados correctos".

Dónde colocar la declaración INPUT ?

La declaración INPUT usualmente sigue a la declaración DATA, colocándola como la segunda declaración en muchas de las tareas.

Si sus datos están en diskete use la declaración INFILE

Cuando sus valores de datos están en diskete, debe indicarles tanto al Sistema Operativo de la computadora como a SAS, dónde encontrar los datos.

Para indicarle a SAS dónde encontrar los datos, su programa SAS deberá incluir una declaración INFILE que le indique el nombre DD (Data Definition) para sus datos.

Dónde colocar la declaración INFILE ?

La declaración INFILE va antes de la declaración INPUT que describe los datos.

Para colocar sus datos dentro de un archivo de datos SAS, tenga muy en cuenta las siguientes recomendaciones !

- 1 ► Comience con una declaración DATA.
- 2 ► Describa el orden en que se encuentran los valores con una declaración INPUT.
- 3 ► Si los valores se encuentran en diskete, coloque una declaración INFILE antes de la declaración INPUT.
- 4 ► Si usted desea modificar los valores de sus datos, hagalo antes de usar los procedimientos SAS para analizarlos.

Modificando variables

Los símbolos a usar en los cálculos que usan declaraciones de asignación.

<u>Símbolo</u>	<u>Operación</u>	<u>Ejemplo</u>	<u>En SAS</u>
**	exponenciación	$Y <- X^2$	$Y=X^{**}2;$
*	multiplicación	$A <- B \times C$	$A=B*C;$
/	división	$G <- H \div I$	$G=H/I;$
+	suma	$R <- S + T$	$R=S+T;$
-	resta	$U <- V - X$	$U=V-X;$
operadores aritméticos			

7.4. COMO USAR LOS PROCEDIMIENTOS SAS ?

Los pasos DATA y PROC

- ♠ ♠ Una declaración DATA para empezar la creación de un archivo de datos SAS
- ♠ ♠ Una declaración INPUT para describirle sus datos a SAS
- ♠ ♠ Declaraciones opcionales de programa para modificar los datos
- ♠ ♠ Una declaración INFILE para leer el archivo de la base de datos.

Las declaraciones que SAS necesita para crear un archivo SAS forman un paso DATA.

Una vez que haya creado un archivo de datos SAS, estará listo para usar los procedimientos SAS que analizan y procesan el archivo de datos.

Los procedimientos SAS son programas de computación que leen su archivo de datos, ejecutan varias computaciones e imprimen los resultados de las mismas, si Ud. se lo manda:

- Por ejemplo, el procedimiento PRINT lee su archivo de datos SAS, ordena los valores de datos en una forma fácil de leer y lo imprime.

El procedimiento MEANS lee su archivo de datos SAS, computa los promedios y otras estadísticas descriptivas e imprime esas estadísticas.

Las declaraciones que le indican a SAS que procese y analice un archivo de datos SAS forman un paso PROC.

Como combinar los pasos DATA y PROC para usar SAS ?

Usted usa SAS ligando los pasos DATA y los pasos PROC uno con el otro:

● DATA ● PROC ● PROC ● DATA ● PROC ● PROC

Cómo usar los pasos PROC para obtener respuestas ?

El paso **PROC** siempre empieza con una declaración **PROC** indicando el nombre del procedimiento SAS que usted desea correr. Por ejemplo, si desea correr el procedimiento ANOVA, empezará el paso **PROC** con la declaración: **PROC ANOVA ;**

Todos los procedimientos SAS para el procesamiento de datos son semejantes, ya que usted puede indicar el procedimiento.

- ♠ ♠ Cuál archivo de datos desea procesar ?
- ♠ ♠ Desea usted procesarlo en subconjuntos ?
- ♠ ♠ Cuáles variables desea procesar ?

La situación más común

En la mayoría de los procedimientos SAS se manejan automáticamente, como las situaciones más comunes, las siguientes:

- ◆ ◆ Usted desea procesar el archivo de datos SAS de más reciente creación.
- ◆ ◆ Usted desea procesar todas las variables numéricas para un procedimiento computacional
- ◆ ◆ Usted desea procesar el archivo de datos completo de una sola vez, en lugar de procesarlo en subconjuntos.

Ya que SAS maneja la situación automáticamente, el paso **PROC** sólo incluye una declaración **PROC** indicando el nombre del procedimiento que usted desea correr. Por ejemplo, la simple declaración

PROC ANOVA;

Es un paso **PROCEDIMIENTO** que le pide a SAS que lea el archivo de datos SAS de más reciente creación, ordene todas las variables en una forma fácil de leer y realice el análisis de varianza correspondiente.

CAPITULO 8. INSTRUCTIVO DEL SAS PARA EXPERIMENTACION Y VALIDACION TECNOLOGICA

8.1. SISTEMA DE ANALISIS ESTADISTICO APLICADO A LA EXPERIMENTACION AGRICOLA

8.1.1. Diseño Completamente Aleatorizado

El **D.C.A.** es el diseño más sencillo y se origina por la asignación aleatoria irrestricta de los tratamientos; es decir, no impone restricciones tales como bloqueo o agrupamiento en la distribución de los tratamientos a las unidades experimentales.

En este diseño puede probarse cualquier número de tratamientos; resulta deseable, pero no indispensable asignar el mismo número de repeticiones para cada tratamiento. Por lo general, el **D.C.A.** no es el diseño más eficiente para ensayos de campo con plantas, ya que el error experimental incluye toda la variación entre las unidades experimentales excepto la debida a los tratamientos; sin embargo, puede constituir la disposición más factible para verificar ciertos tipos de tratamientos en animales.

Debido a su simplicidad, el **D.C.A.** es ampliamente utilizado. Sin embargo, el investigador debe ser cauteloso, ya que su aplicación debe limitarse a aquellos casos en los que se disponen de unidades experimentales relativamente homogéneas. Si no pueden obtenerse tales condiciones, es preferible implementar alguna forma de bloqueo de las unidades experimentales para incrementar la eficiencia del diseño.

En términos prácticos, las condiciones de homogeneidad relativa de las unidades experimentales, que demanda el **D.C.A.** para su aplicación, son inherentes a aquellas condiciones experimentales en que es posible mantener determinado control sobre factores de variabilidad medio ambiental y puede estandarizarse el medio o sustrato receptor de los tratamientos. Tal es el caso de los experimentos realizados en laboratorio, invernadero, corral, galpones, etc.; en donde se puede garantizar la homogeneidad relativa del material experimental.

Es relevante destacar en el **D.C.A.**, que la homogeneidad de las unidades experimentales es lo que permite que los tratamientos se les puedan aplicar completamente al azar; así mismo, los tratamientos objeto de estudio constituyen la única fuente de variación conocida.

El análisis estadístico del **D.C.A.** es sencillo, aún en el caso en que el número de repeticiones difiera para tratamientos. El número de grados de libertad para estimar el error experimental es máximo; esto mejora la precisión del experimento y es importante con experimentos pequeños, es decir aquellos en que los grados de libertad del error son menor de 20.

Para realizar el ANDEVA correspondiente, puede utilizarse tanto el **PROC GLM** como el **PROC ANOVA**, esto depende del tipo de datos que se tengan que analizar. El **PROC GLM** se utiliza para el análisis de datos Balanceados y No Balanceados; a su vez, el **PROC ANOVA**, se utiliza solamente para el análisis de datos Balanceados.

Otra consideración importante al ejecutar un programa **SAS**, para realizar un ANDEVA, es la forma en que se constituirá la Base de Datos correspondiente. Si los datos a analizar se introducirán directamente como parte integral del programa **SAS**, en vez de importarlos de una Base de datos previamente constituida, entonces dentro del programa **SAS** se debe editar los datos haciendo uso del comando de línea **CARDS**. Esto es un ligero pero muy significativo atributo del **SAS**, aunque la edición de los datos dentro del programa no es la forma más eficiente ni sencilla de trabajo. Para ejemplificar el uso del **CARDS** se utilizan los datos del cuadro 6.1.3, del libro "Fundamentos de Experimentación Agrícola". El programa en cuestión es el siguiente:

```
DATA DCA;
INPUT TRAT REP REN;
CARDS;
1 1 656.3
1 2 718.4
1 3 586.6
1 4 746.2
2 1 784.4
2 2 713.4
2 3 915.8
2 4 629.6
3 1 924.5
3 2 822.8
3 3 824.2
3 4 978.5
4 1 534.4
4 2 685.1
4 3 567.2
4 4 655.5
5 1 640.7
5 2 658.8
5 3 532.7
5 4 614.4
PROC ANOVA;
CLASS TRAT;
MODEL REN=TRAT;
MEANS TRAT/ DUNCAN ALPHA=0.05;
RUN;
QUIT;
```


Por considerarlo más eficaz, eficiente, práctico y sencillo, en este instructivo se hace énfasis en el procedimiento de :

- 1 ► Constituir específicamente la Base de Datos a utilizar por el programa SAS, mediante cualquier otra herramienta de informática, tal como LOTUS 123, Q-PRO, EXCELL, DBASE, FOX-PRO, Word Perfect v.5.1. o Word, etc.
- 2 ► Posteriormente desde SAS, correr el programa correspondiente importando, la Base de Datos ya constituida.

De manera especial, debe tomarse en cuenta que cuando los datos a analizar serán **importados** desde una Base de Datos específicamente constituida para tal fin (esto es un archivo ASCII), en el programa SAS se debe incluir antes del input, un comando de línea denominado **INFILE** y señalar correctamente la fuente desde donde se tomarán los datos.

La organización para el análisis de datos provenientes de un D.C.A., mediante un programa SAS, se realizará con los datos del cuadro 6.1.3. del Libro "Fundamentos de Experimentación Agrícola":

TRAT	REP	REND
------	-----	------

1	1	656.3
1	2	718.4
1	3	586.6
1	4	746.2
2	1	784.4
2	2	713.4
2	3	915.8
2	4	629.6
3	1	924.5
3	2	822.8
3	3	824.2
3	4	978.5
4	1	534.4
4	2	685.1
4	3	567.2
4	4	655.5
5	1	640.7
5	2	658.8
5	3	532.7
5	4	614.4

Las Fuentes de Variación a evaluarse por el MAL del DCA serán:

<u>F. de V.</u>	<u>GL</u>
TRATAMIENTOS	4
ERROR	15
TOTAL	19

Es por eso que se debe escribir solamente TRAT en el comando de línea **CLASS**. La variable respuesta es rendimiento (**REND**), la cual debe ir a la izquierda del igual en el comando **MODEL**. El caso que nos ocupa, tiene sólo una fuente de variación conocida (trat), por lo tanto ésta es la única que debe aparecer en la especificación del Modelo, a la derecha del igual en el comando de línea **MODEL**.

El programa SAS a utilizar debe cargarse desde la fuente donde se encuentre; en este caso:

INCLUDE 'A:\PROGSAS\DCA.SAS'

El programa en mención será el siguiente:

```
DATA DCA;  
INFILE 'A:\DATOS\DCA.PRN';  
INPUT TRAT REP REND;  
PROC PRINT;  
PROC ANOVA;  
CLASS TRAT;  
MODEL REND=TRAT;  
/* SELECCIONE LA SEPARACION DE MEDIAS A USAR BORRANDO  
EL ASTERISCO CORRESPONDIENTE */;  
*MEANS TRAT/ DUNCAN TUKEY LSD SNK ALPHA=0.1;  
*MEANS TRAT/ DUNCAN TUKEY SNK ALPHA=0.05;  
*MEANS TRAT/ DUNCAN TUKEY LSD SNK ALPHA=0.01;  
RUN;  
QUIT;
```

Note cuidadosamente que en ambos programas los datos tienen un criterio único de clasificación, determinado por el tratamiento al que pertenecen.

Observe el **PROC PRINT**, este es un procedimiento muy útil que permite al usuario ver en la hoja de salida de SAS (output), los datos analizados y su organización, lo que permite verificar la presencia de posibles errores de edición en la Base de Datos.

Debe tenerse presente que, si la probabilidad de error (alfa) no se especifica en el programa, SAS asumirá **"By default"**, que el usuario desea realizar la prueba con un 5% de error.

Después de la ejecución del programa el usuario puede archivar la hoja de salida, resultado del análisis realizado. Para esto, después de terminar la corrida del programa, pulse la tecla F5 (una vez); amplíe la pantalla (ZOOM) con F7; luego debe ir al inicio (Home) y digitar el comando FILE 'A:_____'. El comando File le permite al usuario crear el archivo correspondiente a su hoja de salida, que luego puede manejar fácilmente, desde un editor de textos o bien desde una hoja electrónica de cálculo, como LOTUS, etc.

En el ejemplo que se desarrolla se toma un alfa de 0.05, para realizar la prueba; así se tiene que la hoja de salida producida por SAS, es la siguiente:

SAS 04:22 Monday, December 15, 1986 8
Analysis of Variance Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
TRAT	5	1 2 3 4 5

Number of observations in data set = 20

SAS 04:22 Monday, December 15, 1986 9
Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: REN

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	218983.21000	54745.80250	8.09	0.0011
Error	15	101552.26750	6770.15117		
Corrected Total	19	320535.47750			

R-Square	C.V.	Root MSE	REN Mean
0.683179	11.597439	82.280928	709.47500000

SAS 04:22 Monday, December 15, 1986 10
Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: REN

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	4	218983.210	54745.802	8.09	0.0011

Note **que** la suma de cuadrados del MODEL es la misma que la suma de TRAT. Esto se debe a que la variedad es la única fuente de variación conocida en el modelo.

Recuerde que la suma de las sumas de cuadrados de las fuentes de variación es igual a la suma de cuadrados total. Los resultados del PROC ANOVA, se pueden resumir de forma convencional en la tabla siguiente:

F. de V.	GL	S. de C.	C.M.	F	Pr
VARIEDAD	4	218983.210	54745.802	8.09	0.0011
ERROR	15	101552.26750	6770.15117		
TOTAL	19	320535.47750			

Para la interpretación de la prueba de F, recuerde que:

- 1 ► Si el valor obtenido de la probabilidad aleatoria (Pr) es mayor de 0.05, esto es indicativo de que no existen diferencias significativas entre tratamientos.
- 2 ► Por el contrario, si la probabilidad aleatoria (Pr) es menor o igual al 0.05, indica que existen diferencias significativas entre tratamientos.
- 3 ► Así mismo, si Pr es menor o igual al 0.01, es indicativo que existen diferencias altamente significativas.

Por lo tanto, el valor obtenido en el programa ejecutado Pr de 0.0011, para las variedades, es indicativo que hay diferencias altamente significativas entre las medias de las variedades.

Las conclusiones a redactarse para el ejemplo realizado, pueden verse en la página 78 del libro de "Fundamentos de Experimentación Agrícola". Así mismo, la interpretación del resultado que corresponde a las pruebas de Rangos Múltiples de Duncan, Tukey y S.N.K., están en las páginas 121, 123 y 124 del mismo texto.

El comando **MEANS** se utiliza para realizar la separación de medias indicadas. SAS puede hacer varias pruebas al mismo tiempo, esta es una de las ventajas comparativas del SAS. De ahí que si el usuario lo desea, puede programar para hacer que SAS realice varias comparaciones múltiples, por ejemplo: TUKEY, SNK, DUNCAN, DMS, DUNNET, esto se logra programando (escribiendo) el nombre de las pruebas deseadas después del "/" en la línea MEANS. Algo importante que se debe tener en cuenta, es que la mayoría de las pruebas de rangos múltiples requieren que los tratamientos tengan el mismo número de observaciones.

Si los tratamientos son de tipo cuantitativo en lugar de cualitativo ejemplo niveles de algún fertilizante, no se debería usar una prueba de rangos múltiples sino que ajustar algún modelo de regresión a los datos.

Al interpretar la separación de medias en la hoja de salida del SAS, es notorio la denominación del N para indicar el número de observaciones usadas para calcular cada media. Las medias que tengan la misma letra en la columna GROUPING no son significativamente diferentes. Las medias de cada variedad aparecen en la columna MEAN.

De la ejecución del comando MEANS en el programa, con sus diferentes opciones, se produce la hoja de salida siguiente:

SAS 04:22 Monday, December 15, 1986 11
Analysis of Variance Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: REN

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate,
not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 6770.151

Number of Means 2 3 4 5

Critical Range 123.79054 129.85642 134.01531 136.29798

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	887.50	4	3
B	760.80	4	2
B			
C B	676.88	4	1
C			
C	611.65	4	5
C			
C	610.55	4	4

SAS 04:22 Monday, December 15, 1986 13

Analysis of Variance Procedure

Student-Newman-Keuls test for variable: REN

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 6770.151

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	124.0123	151.12484	167.68779	179.65811

Means with the same letter are not significantly different.

SAS 04:22 Monday, December 15, 1986 14

Analysis of Variance Procedure

SNK Grouping Mean N TRAT

A	887.50	4 3
B	760.80	4 2
B		
B	676.88	4 1
B		
B	611.65	4 5
B		
B	610.55	4 4

SAS 04:22 Monday, December 15, 1986 15

Analysis of Variance Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: REN

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 6770.151

Critical Value of Studentized Range= 4.367

Minimum Significant Difference= 179.66

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N TRAT
A	887.50	4 3
B A	760.80	4 2
B	676.88	4 1
B	611.65	4 5
B	610.55	4 4

8.1.2. Diseño de Bloques Completos al Azar

Un diseño de bloques completos al azar (B.C.A.) es aquel en que las U.E. se distribuyen en grupos, de manera tal que las U.E. dentro de un bloque o grupo sean relativamente homogéneas; dentro de cada bloque cada tratamiento es asignado al azar usualmente una vez cada uno de ellos.

El propósito primario del bloqueo es reducir, tanto como sea posible, la heterogeneidad entre parcelas dentro de cada bloque. Un bloqueo apropiado incrementa las diferencias entre bloques, mientras las parcelas dentro de cada bloque son más homogéneas entre sí.

El minimizar la variabilidad aleatoria entre U.E. dentro de un mismo bloque y maximizar las diferencias entre bloques determina el efecto significativo de bloque, y esto es precisamente lo que permite reducir el error experimental.

En experimentos zootécnicos los animales se agrupan en bloques, basados en características como peso, edad, raza, sexo, galerón, granja, etc.

En general, en experimentos agrícolas, cuando evidencias prácticas preveen un gradiente de variación seguido en el área experimental, (fertilidad, color del suelo, retención de humedad, malezas etc.), los bloques normalmente se mantienen compactos en forma rectangular y deben orientarse perpendicularmente a la gradiente; a su vez, las parcelas dentro de un bloque deben disponerse paralelamente a la gradiente. Tal disposición de los bloques permite captar la variación debida a la heterogeneidad del suelo y mejorar la precisión de los datos experimentales.

El B.C.A. es uno de los diseños más ampliamente utilizados en experimentación agrícola, es caracterizado por bloques de igual tamaño, cada uno de los cuales contiene un grupo completo de todos los tratamientos en estudio. Para este propósito, el lote experimental en que se va a realizar el ensayo se divide en tantos bloques, repeticiones o réplicas del mismo tamaño como repeticiones hayan.

Cada uno de los bloques se divide en tantas parcelas del mismo tamaño y forma como tratamientos existan en estudio. Si hay "t" tratamientos y "r" repeticiones, habrán "r" bloques con "t" parcelas en cada bloque, dando un total de "tr" parcelas en el experimento.

El término "*Bloque*", es adecuado utilizar para evitar confusión con el término repeticiones, utilizado en el D.C.A. La distribución de los tratamientos en B.C.A. es la de mayor uso en el diseño de experimentos y tiene grandes ventajas cuando el número de tratamientos no excede de 15 y cuando es posible agrupar las unidades experimentales en estratos o bloques uniformes, de tal manera que la variabilidad entre las unidades experimentales sea mínima, aún cuando la variación entre estratos o bloques sea alta.

Para el análisis de datos provenientes de experimentos diseñados en B.C.A., mediante un programa SAS, suponga que se tiene un experimento de tomate que consta de cuatro bloques y cinco tratamientos.

El ejemplo corresponde al Diámetro Ecuatorial para diferentes variedades de tomate industrial, se presenta en el cuadro 6.2.3. del Libro "Fundamentos de Experimentación Agrícola". La organización de los datos para su análisis estadístico debe ser:

TRAT	BLOQUE	REND
1	1	6.64
1	2	6.59
1	3	6.33
1	4	5.80
2	1	7.3
2	2	6.21
2	3	6.19
2	4	6.39
3	1	6.87
3	2	7.03
3	3	6.53
3	4	6.66
4	1	5.79
4	2	5.49
4	3	5.54
4	4	5.91
5	1	5.19
5	2	5.48
5	3	5.42
5	4	5.46

En este caso los datos están clasificados de acuerdo al criterio de tratamientos y bloques al que pertenecen. De forma que, las Fuentes de Variación a evaluarse por el MAL de Bloques Completos al azar serán:

<u>F. de V.</u>	<u>GL</u>
BLOQUES	3
TRATAMIENTOS	4
ERROR	12
TOTAL	19

El programa SAS a utilizar debe cargarse desde la fuente donde se encuentre; en este caso:

INCLUDE 'A:\PROGSAS\BCA.SAS'

El programa en mención será el siguiente:

```
DATA A;
INFILE 'A:\DATOS\BCA.PRN';
INPUT TRAT BLOQUE REND;
PROC PRINT;
PROC ANOVA;
CLASS TRAT BLOQUE;
MODEL REND=TRAT BLOQUE;
/* SELECCIONE LA SEPARACION DE MEDIAS A USAR BORRANDO
EL ASTERISCO CORRESPONDIENTE */;
*MEANS TRAT/ DUNCAN TUKEY LSD SNK ALPHA=0.1;
*MEANS TRAT/ DUNCAN TUKEY SNK ALPHA=0.05;
*MEANS TRAT/ DUNCAN TUKEY LSD SNK ALPHA=0.01;
RUN;
QUIT;
```

Es por eso que se debe escribir BLOQUE TRAT en el comando de línea CLASS. La variable respuesta es rendimiento (REND), la cual debe ir a la izquierda del igual en el comando MODEL. En este caso, se tiene dos fuentes de variación conocidas (bloque trat), por lo tanto éstas son las que deben aparecer en la especificación del Modelo, a la derecha del igual en el comando de línea MODEL

Recuerde que después de terminar la corrida del programa, debe pulsar la tecla F5 (una vez) para ir a la pantalla Output; amplíe Active el modo ZOOM con F7; luego debe ir al inicio (Home) y digitar el comando FILE 'A:_____'. El comando FILE le permite al usuario crear el archivo correspondiente a su hoja de salida, que luego puede manejar fácilmente, desde un editor de textos o bien desde una hoja electrónica de cálculo, como LOTUS, etc.

Tomando un alfa de 0.05, para realizar la prueba, se tiene que la hoja de salida producida por SAS, es la siguiente:

```
SAS 16:56 Monday, December 15, 1986 3
Analysis of Variance Procedure
Class Level Information
```

Class	Levels	Values
TRAT	5	1 2 3 4 5
REP	4	1 2 3 4

Number of observations in data set = 20

SAS 16:56 Monday, December 15, 1986 4

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: REN

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	5.91408500	0.84486929	7.82	0.0011
Error	12	1.29681000	0.10806750		
Corrected Total	19	7.21089500			
R-Square	C.V.	Root MSE	REN Mean		
0.820160	5.3500890	0.32873622	6.14450000		

SAS 16:56 Monday, December 15, 1986 5

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: REN

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	4	5.50207000	1.37551750	12.73	0.0003
REP	3	0.41201500	0.13733833	1.27	0.3285

Los resultados del PROC ANOVA, se pueden resumir de forma convencional en la tabla siguiente:

F. de V.	GL	S. de C.	C.M.	F	P
BLOQUE	3	0.41201500	0.13733833	1.27	0.3285
VARIEDAD	4	5.50207000	1.37551750	12.73*	0.0003
ERROR	12	1.29681000	0.10806750		
TOTAL	19	7.21089500			

Para la interpretación de la prueba de F, recuerde que: Si el valor obtenido de la probabilidad aleatoria (Pr) es mayor de 0.05, esto es indicativo de que no existen diferencias significativas entre tratamientos.

Las conclusiones a redactarse para el ejemplo realizado, pueden verse en la página 92 del libro de "Fundamentos de Experimentación Agrícola". Así mismo, la interpretación del resultado que corresponde a las pruebas de Rangos Múltiples de Duncan, Tukey y S.N.K., están en las páginas 93, 94 y 96 del mismo.

Como producto del comando **MEANS**, en sus diferentes opciones, se obtienen los siguientes resultados:

SAS 16:56 Monday, December 15, 1986 6
Analysis of Variance Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: REN

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate,
not the experimentwise error rate

Alpha=0.05 df=12 MSE=.1080675

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	.50550133	.52953001	0.5455894	.55400422

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	6.772	4	3
A			
A	6.540	4	2
A			
A	6.340	4	1
B	5.683	4	4
B			
B	5.388	4	5

SAS 16:56 Monday, December 15, 1986 8

Analysis of Variance Procedure

Student-Newman-Keuls test for variable: REN

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha= 0.05 df= 12 MSE= .1080675

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	.50644561	.62015955	.69011813	.74093999

Means with the same letter are not significantly different.

SAS 16:56 Monday, December 15, 1986 9

Analysis of Variance Procedure

SNK Grouping	Mean	N	TRAT
A	6.772	4	3
A			
A	6.540	4	2
A			
A	6.340	4	1
B	5.683	4	4
B			
B	5.388	4	5

SAS 16:56 Monday, December 15, 1986 10

Analysis of Variance Procedure
 Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: REN

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 12 MSE= .1080675

Critical Value of Studentized Range= 4.508

Minimum Significant Difference= .74094

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping		Mean	N TRAT
	A	6.772	4 3
	A		
	A	6.540	4 2
	A		
B	A	6.340	4 1
B			
B	C	5.683	4 4
	C		
	C	5.388	4 5

8.1.3. Diseño Cuadrado Latino

El Diseño Cuadrado Latino (D.C.L.) se considera una ampliación del diseño de Bloques Completamente al Azar, con la diferencia de que en este diseño las unidades experimentales están dispuestas en un doble bloqueo. De esta manera, en el análisis estadístico se eliminan las variaciones de fertilidad del suelo en dos direcciones perpendiculares; lo que permite evitar los efectos de la heterogeneidad del suelo más eficazmente que el método de B.C.A.

"Cuando los tratamientos se agrupan en bloques homogéneos en dos direcciones, formando un arreglo en hileras y columnas con la particularidad de que cada hilera o columna constituye una repetición completa de los tratamientos, se genera un diseño experimental que se conoce con el nombre de Cuadro Latino o Cuadrado Latino". El número total de tratamientos es igual $t = r = h$ al número de hileras o de columnas, siendo el total de unidades experimentales un cuadrado perfecto con t^2 (cuadrado del número de tratamientos). Este diseño se caracteriza porque un tratamiento cualquiera ocurre representado exactamente una vez en cada hilera y en cada columna.

Los Cuadrados Latinos son útiles cuando se dispone de un material experimental cuya variabilidad ocurre en dos sentidos perpendiculares entre sí. La particularidad del diseño, de construir bloques completos en el sentido de las hileras y de las columnas, permite observar la variabilidad del material experimental en ambos sentidos.

Este diseño tiene como principal inconveniente que el número de parcelas experimentales requeridas para establecer un experimento se incrementa notablemente a medida que aumenta el número de tratamientos en estudio; por ejemplo, 11 tratamientos en un D.C.L. requiere de 121 parcelas experimentales; número de parcelas que en la mayoría de las situaciones prácticas de la experimentación agrícola es considerablemente grande; por lo tanto su uso es limitado hasta un número de tratamientos quizás no mayor de 8.

Para el análisis de datos provenientes de experimentos en D.C.L., mediante un programa SAS, asuma un experimento de maíz que consta de siete tratamientos y por tanto siete columnas y siete hileras. La variable rendimiento de grano para diferentes variedades de maíz, se presenta en el cuadro 6.3.2. del Libro "Fundamentos de Experimentación Agrícola". La organización de los datos para su análisis estadístico debe ser:

COL	HIL	TRAT	REND
1	1	F	12.0
1	2	B	8.7
1	3	G	9.3
1	4	C	7.0
1	5	D	8.6
1	6	A	7.7
1	7	E	6.3

2	1	B	10.6
2	2	E	8.6
2	3	C	7.9
2	4	F	7.9
2	5	G	9.9
2	6	D	7.1
2	7	A	6.6
3	1	D	10.6
3	2	G	8.3
3	3	E	7.9
3	4	A	8.0
3	5	B	8.8
3	6	F	6.6
3	7	C	7.8
4	1	C	9.3
4	2	F	9.6
4	3	D	8.2
4	4	G	8.1
4	5	A	8.1
4	6	E	6.6
4	7	B	8.2
5	1	E	11.0
5	2	A	7.5
5	3	F	8.6
5	4	B	9.1
5	5	C	8.9
5	6	G	7.3
5	7	D	7.1
6	1	A	9.0
6	2	D	9.0
6	3	B	9.9
6	4	E	10.8
6	5	F	10.7
6	6	C	7.5
6	7	G	8.6
7	1	G	11.2
7	2	C	8.2
7	3	A	10.1
7	4	D	12.7
7	5	E	10.0
7	6	B	8.7
7	7	F	7.3

En el caso del D.C.L., los datos están clasificados de acuerdo al criterio del doble bloqueo (Columnas e Hileras) y los tratamientos al que pertenecen, (indicado por la letra). Las Fuentes de Variación a evaluarse por el MAL del D.C.L. serán:

<u>F. de V.</u>	<u>GL</u>
COLUMNAS	6
HILERAS	6
TRATAMIENTOS	6
ERROR	30
TOTAL	48

El programa SAS a utilizar debe cargarse desde la fuente donde se encuentre; en este caso:

INCLUDE 'A:\PROGSAS\DCL.SAS'

El programa en mención será el siguiente:

```
DATA DCL;  
INFILE 'A:\DATOS\DCL.PRN';  
INPUT COL HIL TRAT $ REND;  
PROC PRINT;  
PROC ANOVA;  
CLASS COL HIL TRAT;  
MODEL REND=TRAT COL HIL;  
/* SELECCIONE LA SEPARACION DE MEDIAS A USAR  
BORRANDO EL ASTERISCO CORRESPONDIENTE */;  
*MEANS TRAT/ DUNCAN TUKEY LSD SNK ALPHA=0.1;  
*MEANS TRAT/ DUNCAN TUKEY SNK ALPHA=0.05;  
*MEANS TRAT/ DUNCAN TUKEY LSD SNK ALPHA=0.01;  
RUN;  
QUIT;
```

Es por eso que se debe escribir COL HIL TRAT en el comando de línea CLASS. La variable respuesta es rendimiento (REND), la cual debe ir a la izquierda del igual en el comando MODEL. En este caso, se tiene tres fuentes de variación conocidas (Col Hil trat), por lo tanto éstas son las que deben aparecer en la especificación del Modelo, a la derecha del igual en el comando de línea MODEL

Tomando un alfa de 0.05, para realizar la prueba, se tiene que la hoja de salida producida por SAS, es la siguiente:

SAS 17:32 Monday, December 15, 1986 10

Analysis of Variance Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
COL	7	1 2 3 4 5 6 7
HIL	7	1 2 3 4 5 6 7
TRAT	7	A B C D E F G

Number of observations in data set = 49

SAS 17:32 Monday, December 15, 1986 11

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: REN

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	18	73.42326531	4.07907029	4.26	0.0002
Error	30	28.74734694	0.95824490		
Total	48	102.17061224			
R-Square		C.V.	Root MSE	REN Mean	
0.718634		11.220139	0.97889984	8.72448980	

SAS 17:32 Monday, December 15, 1986 12

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: REN

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	6	7.9191837	1.3198639	1.38	0.2557
COL	6	14.2048980	2.3674830	2.47	0.0462
HIL	6	51.2991837	8.5498639	8.92	0.0001

Los resultados del PROC ANOVA, para el D.C.L., se pueden resumir de forma convencional en la tabla siguiente:

F. de V.	GL	S. de C.	C.M.	F	P
TRAT	6	7.9191837	1.3198639	1.38	0.2557
COL	6	14.2048980	2.3674830	2.47	0.0462
HIL	6	51.2991837	8.5498639	8.92	0.0001
Error	30	28.74734694	0.95824490		
Total	48	102.17061224			

Para la interpretación de la prueba de F, recuerde que: Si el valor obtenido de la probabilidad aleatoria (P_r) es mayor de 0.05, esto es indicativo de que no existen diferencias significativas entre tratamientos. Por lo tanto, el efecto de tratamientos es N.S.; así como, el efecto de Columnas es significativo y el efecto de Hileras es altamente significativo.

Las conclusiones a redactarse con mayor detalle pueden verse en la página 107 del libro de "Fundamentos de Experimentación Agrícola". Así mismo, la interpretación del resultado que corresponde a la prueba de Rangos Múltiples de S.N.K., están en la página 109 del mismo texto.

Como producto del comando **MEANS**, en sus diferentes opciones, se obtienen los siguientes resultados:

SAS 17:32 Monday, December 15, 1986 13

Analysis of Variance Procedure
Duncan's Multiple Range Test for variable: REN

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate,
not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 30 MSE= .9582449

Number of Means	2	3	4	5	6	7
Critical Range	1.068	1.122	1.159	1.183	1.202	1.218

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	TRAT
A	9.143	7	B
A	9.043	7	D
A	8.957	7	G
A	8.957	7	F
A	8.743	7	E
A	8.143	7	A
A	8.086	7	C

SAS 17:32 Monday, December 15, 1986 15

Analysis of Variance Procedure

Student-Newman-Keuls test for variable: REN

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha= 0.05 df= 30 MSE= .9582449

Number of Means	2	3	4	5	6	7
Critical Range	1.068	1.289	1.422	1.517	1.591	1.651

Means with the same letter are not significantly different.

SAS 17:32 Monday, December 15, 1986 16

Analysis of Variance Procedure

SNK Grouping	Mean	N	TRAT
A	9.143	7	B
A	9.043	7	D
A	8.957	7	G
A	8.957	7	F
A	8.743	7	E
A			
A	8.143	7	A
A	8.086	7	C

SAS 17:32 Monday, December 15, 1986 17

Analysis of Variance Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: REN

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate,
but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 30 MSE= .9582449

Critical Value of Studentized Range= 4.464

Minimum Significant Difference= 1.6517

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TRAT
A	9.143	7	B
A			
A	9.043	7	D
A			
A	8.957	7	G
A			
A	8.957	7	F
A			
A	8.743	7	E
A			
A	8.143	7	A
A			
A	8.086	7	C

8.1.4. Análisis de Experimentos mediante Contrastes Ortogonales

Es conocido que el resultado obtenido al aplicar la prueba de F a los tratamientos sólo es un indicador de la influencia relativa o efecto global de los tratamientos examinados (grande o pequeña). Es por esta razón que se planean ciertas comparaciones independientes entre tratamientos, tal decisión se fundamenta en la naturaleza misma de los tratamientos.

Si el conjunto de tratamientos obedece a alguna estructura definida o caen en subgrupos que casi "reclaman" ser comparados, deben realizarse contrastes Planificados.

Experimentos con más de dos tratamientos pueden ser planeados para realizar un conjunto de comparaciones entre tratamientos de un grado de libertad, por lo tanto la suma de cuadrados de los tratamientos con $t-1$ grados de libertad, puede ser partida en $t-1$ comparaciones independientes, cada una con 1 grado de libertad.

En resumen el método consiste en subdividir los grados de libertad y las sumas de cuadrados para la variabilidad atribuible al efecto de los tratamientos. Cada comparación se prueba a través del cuadrado medio del error.

El rigor matemático establece que la suma total de cuadrados de las comparaciones debe ser igual a la suma de cuadrados de tratamientos. Sin embargo, autores como Swallow W.H. (1984), difieren de este criterio y por el contrario afirman respecto a los contrastes que su relevancia y sensatez, son mucho más importantes que su ortogonalidad. De lo que se trata en un experimento, es de sacarle la máxima información pertinente a los resultados, y no de cumplir con la elegancia matemática de la ortogonalidad.

La suma de cuadrados para una comparación puede obtenerse de acuerdo a Steel & Torrie (1990), a partir de la fórmula:

$$SC = \left[\sum_{i=1}^t C_i T_i \right]^2 / r \sum C_i^2 \quad \text{donde:}$$

C_i = Coeficientes de comparación.

T_i = Total de tratamientos.

r = Número de repeticiones.

<<Las comparaciones "Son independientes" y por lo mismo "Ortogonales" cuando cumplen las siguientes condiciones>>:

$$1) \quad \sum_{i=1}^t C_i = 0; \quad \text{Esto es, que la sumatoria de los coeficientes de comparación es cero.}$$

$$2) \quad \begin{array}{l} t \\ F(x1) = \sum_{i=1}^t C1iTi \\ t \\ F(x2) = \sum_{i=1}^t C2iTi \end{array}$$

$$\sum C1i \times C2i = 0$$

Es decir, que para contrastes ortogonales << la suma de los productos de los coeficientes de dos comparaciones cualquiera es igual a cero >>.

REGLAS PARA EL USO DE LOS COEFICIENTES ORTOGONALES

- 1 ► Si se van a comparar dos grupos de igual tamaño (es decir que tienen el mismo número de tratamiento), simplemente asignese coeficientes +1 a un grupo y -1 a los integrantes del otro grupo. No importa a que grupo se asigne los + 1 y a que grupo se asigne -1.
- 2 ► En la comparación de grupos que contienen distintos números de tratamientos, asignese al primer grupo un coeficiente igual al número de tratamientos que tenga el segundo grupo; y al segundo grupo un coeficiente igual al número de tratamientos que tenga el primero, con signo contrario o viceversa.
- 3 ► Redúzcanse los coeficientes a los enteros más pequeños posibles.
- 4 ► Los coeficientes de interacción siempre pueden determinarse mediante la multiplicación de los coeficientes correspondientes a los efectos principales.

Para ilustrar el procedimiento de los Contrastes Ortogonales se usarán los datos del experimento sobre prueba de variedades de tomate industrial, retomados del inciso 6.1.7., del texto.

Para realizar los contrastes ortogonales debe considerarse que la elección del grupo de contrastes depende principalmente de las preguntas que el investigador quiera responder. Tales preguntas deben estar correctamente fundamentadas, cuya definición está indivisiblemente vinculada a la solución del problema objeto de estudio. De las premisas expuestas se formulan las siguientes preguntas-guías de los contrastes a realizar:

1. Tienen las variedades de origen Búlgaro: igual, menor o mayor rendimiento que las variedades (UC-82 y VF-134), ampliamente difundidas en las condiciones agroecológicas de Nicaragua ?.

2. Tienen las variedades de origen Búlgaro: igual, menor o mayor rendimiento que la variedad testigo (UC-82), de la producción de tomate industrial en Nicaragua ?.

3. En las condiciones agroecológicas de Nicaragua, tiene la variedad Estela mayor potencial agroindustrial que el resto de variedades Búlgaras ?.

Es necesario especificar los contrastes a realizar y determinar sus coeficientes ortogonales correspondientes, tal como se presenta en el cuadro siguiente:

Totales de tratamientos y coeficientes ortogonales para cada comparación planeada.

COMPARACIONES ORTOGONALES	MARTI 2707.48	TOPACIO 3043.20	ESTELA 3550.00	UC-82 2446.60	VF-134 2442.20
(T1,T2,T3)VS (T4,T5)	+2	+2	+2	- 3	-3
(T1,T2,T3) VS(T4)	+1	+1	+1	- 3	0
(T1,T2)VS(T3)	+1	+1	-2	0	0

La **organización** para el análisis de datos correspondiente al Peso de Jugo (en gr), para diferentes variedades de tomate industrial, es la siguiente:

TRAT REP REND

1	1	656.3
1	2	718.4
1	3	586.6
1	4	746.2
2	1	784.4
2	2	713.4
2	3	915.8
2	4	629.6
3	1	924.5
3	2	822.8
3	3	824.2
3	4	978.5
4	1	534.4
4	2	685.1
4	3	567.2
4	4	655.5
5	1	640.7
5	2	658.8
5	3	532.7
5	4	614.4

Las Fuentes de Variación a evaluarse por el MAL del DCA serán:

<u>F. de V.</u>	<u>GL</u>
TRATAMIENTOS	4
ERROR	15
TOTAL	19

El programa SAS para realizar los contrastes indicados se debe cargar desde la fuente donde se encuentre; en este caso:

INCLUDE 'A:\PROGSAS\CONTRAST.SAS'

El programa en mención será el siguiente:

```
DATA DCA;
INFILE 'A:\DATOS\DCA.PRN';
INPUT TRAT REP REND;
PROC PRINT;
PROC GLM;
CLASS TRAT;
MODEL REND=TRAT;
CONTRAST '(T1,T2,T3) VS (T4,T5)' TRAT 2 2 2 -3 -3;
CONTRAST '(T1,T2,T3) VS (T4)' TRAT 1 1 1 -3 0;
CONTRAST '(T1,T2) VS (T3)' TRAT 1 1 -2 0 0;
RUN;
QUIT;
```

Es por eso que se debe escribir solamente **TRAT** en el comando de línea **CLASS**. La variable respuesta es rendimiento (**REND**), la cual debe ir a la izquierda del igual en el comando **MODEL**. El caso que nos ocupa, tiene sólo una fuente de variación conocida (trat), por lo tanto ésta es la única que debe aparecer en la especificación del Modelo, a la derecha del igual en el comando de línea **MODEL**.

En particular debe destacarse que es necesario usar el procedimiento **GLM** cuando se desean hacer los Contrastes Ortogonales. Observe que en el comando de línea **CONTRAST**, es necesario especificar entre apostrofes '.....' la comparación a realizar.

Los tratamientos a contrastar deben indicarse por sus respectivos coeficientes ortogonales, los que se deben establecer respetando rigurosamente el orden de los tratamientos.

Desarrollando el ejemplo con un alfa de 0.05, se tiene que la hoja de salida producida por SAS, es la siguiente:

SAS 12:32 Monday, December 15, 1986 24

General Linear Models Procedure

Class Level Information

Class Levels Values

TRAT 5 1 2 3 4 5

Number of observations in data set = 20

SAS 12:32 Monday, December 15, 1986 25

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: REN

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	218983.21000	54745.80250	8.09*	0.0011
Error	15	101552.26750	6770.15117		
Total 19		320535.47750			

R-Square	C.V.	Root MSE	REN Mean
0.683179	11.597439	82.280928	709.47500000

SAS 12:32 Monday, December 15, 1986 26

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: REN

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	4	218983.210	54745.802	8.09**	0.0011
<u>Contrast</u>					
(T1,T2,T3)					
VS(T4,T5)	1	129035.2083	129035.2083	19.06**	0.0006
(T1,T2,T3)					
VS(T4)	1	81188.97521	81188.97521	11.99**	0.0035
(T1,T2)					
VS(T3)	1	75858.77042	75858.77042	11.20**	0.0044

Los resultados del PROC GLM, se pueden resumir de forma convencional en la tabla siguiente:

F. de V.	GL	S. de C.	C.M.	F	Pr
TRAT	4	218983.210	54745.802	8.09**	0.0011
<u>Contrast</u>					
(T1,T2,T3)					
VS(T4,T5)	1	129035.2083	129035.20833	19.06**	0.0006
(T1,T2,T3)					
VS(T4)	1	81188.97521	81188.97521	11.99**	0.0035
(T1,T2)					
VS(T3)	1	75858.77042	75858.77042	11.20**	0.0044
Error	15	101552.26750	6770.15117		
Total	19	320535.47750			

En el programa ejecutado, los valores obtenidos de $Pr < 0.05$, para los contrastes realizados, es indicativo que hay diferencias significativas entre el grupo de variedades. Las conclusiones a redactarse para el ejemplo realizado, pueden verse en la página 131 del libro de "Fundamentos de Experimentación Agrícola". Debe destacarse, como ventaja relativa que caracteriza a los contrastes ortogonales, el hecho de que si se usaran pruebas de rangos múltiples no se podrían hacer las comparaciones realizadas por los contrastes y por tanto no podría concluirse sobre las comparaciones de tales grupos.

8.1.5. Contrastes Ortogonales para Experimentos Factoriales

Para ilustrar el procedimiento de los Contrastes Ortogonales con experimentos factoriales, se utilizarán los datos del experimento sobre prueba de tres variedades de frijol inoculadas con cuatro diferentes cepas de *Rhizobium*. Los datos son retomados de Pedroza (1993), página 144 inciso 8.8. del texto.

Las premisas consideradas para los contrastes a ejecutar son:

- 1 ► Por su historial productivo, la variedad de origen ecuatoriano (IMBAYO) está definida como altamente productiva. A su vez, las variedades Revolución-79 y Revolución-84, son dos variedades de frijol de buena productividad en las condiciones agroecológicas de Nicaragua.
- 2 ► La Cepa UMR 1899, se conoce que tiene un buen potencial para inducir a la fijación del nitrógeno, por lo que interesa conocer el comportamiento de las variedades Nicas sometidas a esa inoculación, en comparación con la de origen ecuatoriano.
- 3 ► Se espera que la Cepa 1 favorezca una alta fijación de Nitrógeno, en la variedad de origen ecuatoriano. Se desea conocer con cual variedad se comporta mejor la cepa 1.

Los Coeficientes Ortogonales para las comparaciones planeadas son los siguientes:

COMPARACIONES	REV - 79				REV - 84				IMBAYO			
	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Nicas VS Ecuat	1	1	1	1	1	1	1	1	-2	-2	-2	-2
(T4,T8) VS (12)	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	-2
(T1,T5) VS (T9)	1	0	0	0	1	0	0	0	-2	0	0	0

La organización de los datos para su análisis estadístico debe ser:

TRAT	REP	REND
1	1	85.25
1	2	98.49
1	3	90.37
2	1	114.4
2	2	104.86
2	3	69.07
3	1	73.9
3	2	70.91
3	3	65.12
4	1	104.31
4	2	84.32
4	3	102.83
5	1	85.06
5	2	82.08
5	3	101.96
6	1	88.24
6	2	96.19
6	3	107.89
7	1	97.87
7	2	71.25
7	3	92.19
8	1	65.88
8	2	88.15
8	3	76.77
9	1	152.2
9	2	197.06
9	3	175.82
10	1	169.65
10	2	169.49
10	3	133.96
11	1	124.34
11	2	178.43
11	3	150.14
12	1	200.3
12	2	181.74
12	3	213.79

El programa SAS para realizar los contrastes indicados se debe cargar desde la fuente donde se encuentre; en este caso:

INCLUDE 'A:\PROGSAS\ CONTRBIF.SAS'

El programa en mención será el siguiente:

```
DATA CONTRAST;
INFILE 'A:\DATOS\CONTRBIF.PRN';
INPUT TRAT REP REND;
PROC PRINT;
PROC GLM;
CLASS TRAT;
MODEL REND=TRAT;
CONTRAST '(NICAS) VS (ECUADOR)' TRAT 1 1 1 1 1 1 1 1 -2 -2 -2 -2;
CONTRAST '(T4, T8) VS (T12)' TRAT 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 -2;
CONTRAST '(T1, T5) VS (T9)' TRAT 1 0 0 0 1 0 0 0 -2 0 0 0;
RUN;
QUIT;
```

Debe recordarse que es necesario usar el procedimiento GLM cuando se desean hacer los Contrastes Ortogonales. Obsérvese que en el comando de línea CONTRAST, es necesario especificar entre apostrofes '.....' la comparación a realizar.

Los tratamientos a contrastar deben indicarse por sus respectivos coeficientes ortogonales, los que se deben establecer respetando rigurosamente el orden de los tratamientos. Desarrollando el ejemplo con un alfa de 0.05, se tiene que la hoja de salida producida por SAS, es la siguiente:

SAS 14:29 Monday, December 15, 1986 4
General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class Levels Values

TRAT 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Number of observations in data set = 36

SAS 14:29 Monday, December 15, 1986 5
General Linear Models Procedure

Dependent Variable: REND

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	60426.170956	5493.288269	20.54	0.0001
Error	24	6420.162133	267.506756		
Total	35	66846.333089			

R-Square	C.V.	Root MSE	REND Mean
0.903956	14.139367	16.355634	115.67444444

SAS 14:29 Monday, December 15, 1986 6
General Linear Models Procedure

Dependent Variable: REND

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	11	60426.17096	5493.28827	20.54	0.0001
<u>Contrast</u>					
(NICAS) VS (ECUADOR)	1	54256.572089	54256.572089	202.82	0.0001
(T4, T8) VS (T12)	1	24894.242222	24894.242222	93.06	0.0001
(T1, T5) VS (T9)	1	14277.683472	14277.683472	53.37	0.0001

Los resultados se pueden organizar en una tabla de la forma siguiente:

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TRAT	11	60426.17096	5493.28827	20.54	0.0001
<u>Contrast</u>					
(NICAS) VS (ECUADOR)	1	54256.572089	54256.572089	202.82	0.0001
(T4, T8) VS (T12)	1	24894.242222	24894.242222	93.06	0.0001
(T1, T5) VS (T9)	1	14277.683472	14277.683472	53.37	0.0001
Error	24	6420.162133	267.506756		
Total	35	66846.333089			

La $Pr < 0.01$ para los contrastes realizados, indica que existen diferencias altamente significativas para las comparaciones realizadas.

8.1.6. Experimentos Factoriales

En la práctica, el experimentador tiene que trabajar a menudo con la variación simultánea de más de un factor, por ejemplo, encontrar el nivel más conveniente de irrigación y al mismo tiempo, la dosis óptima de aplicación de nitrógeno en la superficie. Siguiendo el procedimiento tradicional, puede investigar los problemas uno a uno, variando un solo factor a la vez en experimentos sencillos. Puede variar primero los niveles de irrigación y, adoptando el nivel óptimo que le indicó su experimento, buscar la dosis óptima de nitrógeno.

La validez de esta forma de proceder descansa en el hecho de que la respuesta a diferentes niveles de suministro de agua es independiente de la cantidad de nitrógeno. Hacer tal suposición en todas las situaciones, evidentemente no está justificada.

En consecuencia, los resultados son de aplicación limitada siendo estrictamente apropiados al nivel particular del abono usado. Más grave aún, si los dos factores interactúan o dependen uno del otro, la combinación óptima de los dos no puede ser descubierta efectuando dos experimentos sencillos en la forma anterior. De hecho, no es posible determinar con tales experimentos si los dos factores realmente se afectan uno al otro, es decir, si interactúan en sus efectos o bien son independientes en sus efectos.

El método eficaz para contestar estas preguntas está en investigar el efecto de los dos factores juntos, comparándolos en el mismo experimento para todas las combinaciones posibles de los niveles de ambos factores. **Esto se conoce como concepto factorial de la experimentación.**

En los experimentos factoriales propiamente dichos, dos ó más factores son estudiados simultáneamente y cualquier factor puede proporcionar varios tratamientos.

Los experimentos factoriales en sí no son un diseño experimental, sino un arreglo de tratamientos que se distribuyen en cualquiera de los diseños comunes, como el D.C.A. el B.C.A. y el D.C.L.

Los experimentos multifactoriales y con ellos los bifactoriales, están fundamentados sobre el principio de la diferencia múltiple. En ellos se investiga no sólo la acción independiente de los factores estudiados sino también el efecto de la interacción entre ellos.

Si la interacción entre los factores es significativa, no se debe considerar el efecto de cualquier nivel de un factor sin tomar en cuenta también los niveles del otro factor, y la combinación óptima de los dos se descubre sólo a través de un experimento factorial.

Por otra parte, si los dos factores no actúan uno sobre otro, (no hay efecto de interacción), cabe hablar de la respuesta a un factor independientemente del nivel del otro factor.

Como quiera que sea, la importancia de la experimentación factorial es el aumentar el alcance o rango de validez de las conclusiones acerca de los factores en estudio.

Es un hecho notable, que lejos de haber pérdida de exactitud al adoptar el esquema factorial, cada comparación se puede hacer con una precisión tan grande como si todo el experimento se hubiera dedicado a esa comparación sola. Cuando está en estudio más de un factor, el arreglo factorial de los tratamientos resulta el más informativo y el método más eficaz de estudio.

Definición

El experimento factorial es aquel en el cual los tratamientos son constituidos por la combinación de todos los niveles de un factor con todos los niveles de cada uno de los otros factores estudiados en el experimento. Los experimentos Bifactoriales se pueden clasificar en:

- 1 ► Bifactorial en Arreglo Combinatorio o Bifactorial Propiamente Dicho.
- 2 ► Diseño de Parcelas Divididas.
- 3 ► Diseño de Parcelas en Franjas.

Notación

La notación empleada en experimentos factoriales consiste en letras mayúsculas para referirse a los factores y letras minúsculas con sub-índices para referirse a los niveles de cada factor.

Se establecen los efectos simples de los factores como la diferencia entre los niveles de un mismo factor, considerando un nivel constante del otro factor; por otra parte, del promedio de los efectos simples para un factor resulta el efecto principal del factor. La información íntegra del experimento está contenida en los efectos principales.

Efecto de Interacción

Este término significa la acción conjunta de dos o más factores, o la modificación del efecto de un factor por la acción o efecto de otro factor o factores. Los efectos de interacción pueden ser aditivos, multiplicativos o interactivos.

8.1.7. Experimentos Bifactoriales en D.C.A.

Se tiene un experimento de frijol en que los tratamientos están formados por las combinaciones de tres variedades y cuatro cepas de *Rhizobium*, repetidos c/u tres veces. El ejemplo señalado, se presenta en el cuadro 8.9 del Libro "Fundamentos de Experimentación Agrícola", la organización de los datos para análisis estadístico es:

A	B	REP	REND
1	1	1	85.25
1	1	2	98.49
1	1	3	90.37
1	2	1	114.40
1	2	2	104.86
1	2	3	69.07
1	3	1	73.90
1	3	2	70.91
1	3	3	65.12
1	4	1	104.31
1	4	2	84.32
1	4	3	102.83
2	1	1	85.06
2	1	2	82.08
2	1	3	101.96
2	2	1	88.24
2	2	2	96.19
2	2	3	107.89
2	3	1	97.87
2	3	2	71.25
2	3	3	92.19
2	4	1	65.88
2	4	2	88.15
2	4	3	76.77
3	1	1	152.20
3	1	2	197.06
3	1	3	175.82
3	2	1	169.65
3	2	2	169.49
3	2	3	133.96
3	3	1	124.34
3	3	2	178.43
3	3	3	150.14
3	4	1	200.30
3	4	2	181.74
3	4	3	213.79

Los datos están clasificados de acuerdo al criterio del factor A (Var), factor B (Cepas), y observaciones o repeticiones. De forma que, las Fuentes de Variación a evaluarse por el MAL del Bifactorial en D.C.A. serán:

<u>F. de V.</u>	<u>GL</u>
FACTOR A	2
FACTOR B	3
INTERACCION A*B	6
ERROR	24
TOTAL	35

El programa SAS a utilizar debe cargarse desde la fuente donde se encuentre; en este caso:

INCLUDE'A:\PROGSAS\BIFDCA.SAS'

El programa será:

```
DATA DCABIFAC;  
INFILE 'A:\DATOS\BIFDCA.PRN';  
INPUT  
A B REP REND;  
PROC PRINT;  
PROC ANOVA;  
CLASS A B;  
MODEL REND = A B A*B;  
/* SELECCIONE LA SEPARACION DE MEDIAS A USAR BORRANDO  
EL ASTERISCO CORRESPONDIENTE*/;  
*MEANS A/ DUNCAN TUKEY LSD SNK ALPHA = 0.10;  
*MEANS A/ DUNCAN TUKEY SNK ALPHA = 0.05;  
*MEANS A/ DUNCAN TUKEY LSD SNK ALPHA = 0.01;  
*MEANS B/ DUNCAN TUKEY LSD SNK ALPHA = 0.10;  
*MEANS B/ DUNCAN TUKEY SNK ALPHA = 0.05;  
*MEANS B/ DUNCAN TUKEY LSD SNK ALPHA = 0.01;  
*MEANS A*B/ DUNCAN TUKEY LSD SNK ALPHA = 0.10;  
*MEANS A*B/ DUNCAN TUKEY SNK ALPHA = 0.05;  
*MEANS A*B/ DUNCAN TUKEY LSD SNK ALPHA = 0.01;  
RUN;  
QUIT;
```

En este caso se debe escribir **A B** en el comando de línea **CLASS**. La variable respuesta es rendimiento (**REND**), la cual debe ir a la izquierda del igual en el comando **MODEL**. Se tiene dos fuentes de variación conocidas (A, B) más el efecto de interacción esperado **A*B**, por lo tanto éstas son las tres fuentes de variación que deben aparecer en la especificación del Modelo, a la derecha del igual en el comando de línea **MODEL**. Tomando un alfa de 0.05, para realizar la prueba, se tiene que la hoja de salida producida por **SAS**, es la siguiente:

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 4

Analysis of Variance Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
A	3	1 2 3
B	4	1 2 3 4

Number of observations in data set = 36

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 5
Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: REND

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	60426.170956	5493.288269	20.54	0.0001
Error	24	6420.162133	267.506756		
Total	35	66846.333089			

R-Square	C.V.	Root MSE	REND Mean
0.903956	14.139367	16.355634	115.67444444

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 6

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: REND

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	2	54260.99251	27130.49625	101.42	0.0001
B	3	2278.23084	759.41028	2.84	0.0593
A*B	6	3886.94761	647.82460	2.42	0.0567

Los resultados del PROC ANOVA, se pueden resumir de la forma convencional en la siguiente tabla del ANDEVA:

F. de V.	GL	S. de C.	C.M.	F	Pr
FACTOR A	2	54260.99251	27130.49625	101.42	0.0001
FACTOR B	3	2278.23084	759.41028	2.84	0.0593
INT A*B	6	3886.94761	647.82460	2.42	0.0567
ERROR	24	6420.162133	267.506756		
TOTAL	35	66846.333089			

Las conclusiones a redactarse para este ejemplo, pueden verse en la página 147 del libro de "Fundamentos de Experimentación Agrícola". La interpretación del resultado que corresponde a la prueba de Rangos Múltiples de S.N.K., para los factores principales, están en las páginas 150, 151 y 153 del mismo.

Como producto del comando **MEANS**, en sus diferentes opciones, se obtienen los siguientes resultados:

SAS 16:56 Monday, December 15, 1986 6

Analysis of Variance Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: REN

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 9

Analysis of Variance Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate,
not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 24 MSE= 267.5068

Number of Means 2 3
Critical Range 13.767336 14.464259

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	A
A	170.577	12	3
B	88.653	12	1
B			
B	87.794	12	2

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 11

Analysis of Variance Procedure
Student-Newman-Keuls test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha= 0.05 df= 24 MSE= 267.5068

Number of Means 2 3
Critical Range 13.781688 16.674662

Means with the same letter are not significantly different.

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 12

Analysis of Variance Procedure

SNK Grouping	Mean	N	A
A	170.577	12	3
B	88.653	12	1
B	87.794	12	2

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 13

Analysis of Variance Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate,
but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 24 MSE= 267.5068
Critical Value of Studentized Range= 3.532
Minimum Significant Difference= 16.675

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	170.577	12	3
B	88.653	12	1
B			
B	87.794	12	2

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 17

Analysis of Variance Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate,
not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 24 MSE= 267.5068

Number of Means 2 3 4
Critical Range 15.89715 16.701888 17.256502

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	B
A	124.232	9	4
A			
B	118.699	9	1
B			
B	117.083	9	2
B			
B	102.683	9	3

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 19

Analysis of Variance Procedure
Student-Newman-Keuls test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha= 0.05 df= 24 MSE= 267.5068

Number of Means	2	3	4
Critical Range	15.913723	19.254241	21.269343

Means with the same letter are not significantly different.

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 20

Analysis of Variance Procedure
SNK Grouping Mean N B

	A	124.232	9 4
	A		
B	A	118.699	9 1
B	A		
B	A	117.083	9 2
B			
B		102.683	9 3

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 21

Analysis of Variance Procedure
Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: REND
NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate,
but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 24 MSE= 267.5068
Critical Value of Studentized Range= 3.901
Minimum Significant Difference= 21.269

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping		Mean	N	B
	A	124.232	9	4
	A			
B	A	118.699	9	1
B	A			
B	A	117.083	9	2
B				
B		102.683	9	3

SEPARACION DE MEDIAS PARA LAS INTERACCIONES

En particular SAS no realiza las Separaciones de Medias para las interacciones entre factores, pero si suministra un listado con las medias y errores estándares para c/u de las combinaciones de los factores en estudio, tal como se muestra a continuación:

Level of		Level of	-----REND-----	
A	B	N	Mean	SD
1	1	3	91.370000	6.6764062
1	2	3	96.110000	23.8982029
1	3	3	69.976667	4.4637914
1	4	3	97.153333	11.1386010
2	1	3	89.700000	10.7215111
2	2	3	97.440000	9.8844575
2	3	3	87.103333	14.0200476
2	4	3	76.933333	11.1358984
3	1	3	175.026667	22.4405199
3	2	3	157.700000	20.5595987
3	3	3	150.970000	27.0545504
3	4	3	198.610000	16.0916966

8.1.8. Experimentos Bifactoriales en Bloques Completos al Azar

Experimentos factoriales diseñados en B.C.A., pueden ser analizados mediante un programa SAS. Asuma que se desea estudiar el efecto de diferentes densidades de siembra con diferentes niveles de fertilización nitrogenada en el cultivo del maíz. Los tratamientos están formados por las combinaciones de tres niveles de cada factor, repetidos cuatro veces cada uno.

El ejemplo señalado, se presenta en el cuadro 8.17 del Libro "Fundamentos de Experimentación Agrícola", la organización de los datos para su análisis estadístico es:

A	B	BLOQ	REND
1	1	1	4.15
1	1	2	7.90
1	1	3	5.50
1	1	4	3.50
1	2	1	6.00
1	2	2	8.65
1	2	3	5.00
1	2	4	5.50
1	3	1	8.25
1	3	2	8.95
1	3	3	8.60
1	3	4	8.40
2	1	1	7.00
2	1	2	7.30
2	1	3	3.00
2	1	4	3.70
2	2	1	7.35
2	2	2	7.70
2	2	3	4.70
2	2	4	5.10
2	3	1	8.50
2	3	2	8.10
2	3	3	8.45
2	3	4	8.10

3	1	1	5.70
3	1	2	8.90
3	1	3	11.10
3	1	4	5.50
3	2	1	8.60
3	2	2	8.50
3	2	3	8.25
3	2	4	8.70
3	3	1	9.85
3	3	2	9.30
3	3	3	8.80
3	3	4	8.40

El programa SAS a utilizar debe cargarse desde la fuente donde se encuentre; en este caso:

INCLUDE 'A:\PROGSAS\BIFBCA.SAS'

El programa en mención será el siguiente:

```

DATA BIFBCA;
  INFILE 'A:\DATOS\BIFBCA.PRN';
  INPUT
    A B REP REND;
PROC PRINT;
PROC ANOVA;
  CLASS A B REP;
  MODEL REND = A B A*B REP;
/* SELECCIONE LA SEPARACION DE MEDIAS A USAR BORRANDO
EL ASTERISCO CORRESPONDIENTE*/;
  *MEANS A/ DUNCAN TUKEY LSD SNK ALPHA = 0.10;
  *MEANS A/ DUNCAN TUKEY SNK ALPHA = 0.05;
  *MEANS A/ DUNCAN TUKEY LSD SNK ALPHA = 0.01;
  *MEANS B/ DUNCAN TUKEY LSD SNK ALPHA = 0.10;
  *MEANS B/ DUNCAN TUKEY SNK ALPHA = 0.05;
  *MEANS B/ DUNCAN TUKEY LSD SNK ALPHA = 0.01;
  *MEANS A*B/ DUNCAN TUKEY LSD SNK ALPHA = 0.10;
  *MEANS A*B/ DUNCAN TUKEY SNK ALPHA = 0.05;
  *MEANS A*B/ DUNCAN TUKEY LSD SNK ALPHA = 0.01;
RUN;
QUIT;

```

Observe que los datos están clasificados de acuerdo al criterio del factor A, factor B, y Bloques. De ahí que, las Fuentes de Variación a evaluarse por el **MAL del Bifactorial en B.C.A.** serán:

<u>F. de V.</u>	<u>GL</u>
BLOQUE	3
FACTOR A	2
FACTOR B	2
INTERACCION A*B	4
ERROR	24
TOTAL	35

En este caso se debe escribir **A B REP** en el comando de línea **CLASS**. La variable respuesta es rendimiento (**REND**), la cual debe ir a la izquierda del igual en el comando **MODEL**. Se tiene tres fuentes de variación conocidas (A, B, REP) más el efecto de interacción esperado **A*B**, por lo tanto éstas son las cuatro fuentes de variación que deben aparecer en la especificación del Modelo, a la derecha del igual en el comando de línea **MODEL**.

Tomando un alfa de 0.05, para realizar la prueba, se tiene que la hoja de salida producida por SAS, es la siguiente:

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 27

Analysis of Variance Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
A	3	1 2 3
B	3	1 2 3
REP	4	1 2 3 4

Number of observations in data set = 36

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 28
Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: REND

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	91.32097222	8.30190657	4.41	0.0012
Error	24	45.21902778	1.88412616		
Total	35	136.54000000			
R-Square	C.V.	Root MSE	REND Mean		
0.668822	18.932893	1.3726348	7.25000000		

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 29

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: REND

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	2	26.7266667	13.3633333	7.09	0.0038
B	2	39.7212500	19.8606250	10.54	0.0005
A*B	4	5.5208333	1.3802083	0.73	0.5787
REP	3	19.3522222	6.4507407	3.42	0.0333

Los resultados del PROC ANOVA, se pueden resumir de forma convencional como sigue:

F. de V.	GL	S. de C.	C.M.	F	P
BLOQUE	3	19.3522222	6.4507407	3.42	0.0333
VARIEDAD	2	26.7266667	13.3633333	7.09	0.0038
DENSIDAD	2	39.7212500	19.8606250	10.54	0.0005
VAR*DEN	4	5.5208333	1.3802083	0.73	0.5787
ERROR	24	45.21902778	1.88412616		
TOTAL	35	136.54000000			

Las conclusiones a redactarse para el ejemplo citado, pueden verse en la página 157 del libro de "Fundamentos de Experimentación Agrícola". Así mismo, la interpretación del resultado que corresponde a la prueba de Rangos Múltiples de S.N.K., para los efectos principales están en las páginas 158 y 159 del mismo.

Como producto del comando **MEANS**, en sus diferentes opciones, se obtienen los siguientes resultados:

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 32

Analysis of Variance Procedure
Duncan's Multiple Range Test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate,
not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 24 MSE= 1.884126
Number of Means 2 3
Critical Range 1.1554137 1.2139025

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	A
A	8.467	12	3
B	6.700	12	1
B			
B	6.583	12	2

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 34

Analysis of Variance Procedure
Student-Newman-Keuls test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha= 0.05 df= 24 MSE= 1.884126
Number of Means 2 3
Critical Range 1.1566182 1.3994089

Means with the same letter are not significantly different.

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 35
Analysis of Variance Procedure

SNK Grouping	Mean	N	A
A	8.467	12	3
B	6.700	12	1
B			
B	6.583	12	2

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 36

Analysis of Variance Procedure
Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate,
but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 24 MSE= 1.884126
Critical Value of Studentized Range= 3.532
Minimum Significant Difference= 1.3994

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	8.467	12	3
B	6.700	12	1
B	6.583	12	2

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 40

Analysis of Variance Procedure
Duncan's Multiple Range Test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate,
not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 24 MSE= 1.884126
Number of Means 2 3
Critical Range 1.1554137 1.2139025

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	B
A	8.642	12	3
B	7.004	12	2
B			
B	6.104	12	1

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 42

Analysis of Variance Procedure
Student-Newman-Keuls test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha= 0.05 df= 24 MSE= 1.884126

Number of Means	2	3
Critical Range	1.1566182	1.3994089

Means with the same letter are not significantly different.

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 43

Analysis of Variance Procedure

SNK Grouping	Mean	N	B
A	8.642	12	3
B	7.004	12	2
B			
B	6.104	12	1

SAS 11:06 Monday, December 15, 1986 44

Analysis of Variance Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate,
but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 24 MSE= 1.884126
Critical Value of Studentized Range= 3.532
Minimum Significant Difference= 1.3994

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	B
A	8.642	12	3
B	7.004	12	2
B			
B	6.104	12	1

SEPARACION DE INTERACCIONES

SAS muestra un listado con las medias y errores estándares para c/u de las combinaciones de los factores en estudio:

Level of		Level of	-----REND-----	
A	B	N	Mean	SD
1	1	4	5.26250000	1.94566827
1	2	4	6.28750000	1.62704999
1	3	4	8.55000000	0.30276504
2	1	4	5.25000000	2.21585198
2	2	4	6.21250000	1.53099913
2	3	4	8.28750000	0.21746647
3	1	4	7.80000000	2.69567555
3	2	4	8.51250000	0.19311050
3	3	4	9.08750000	0.62766100

8.1.9. Experimentos Trifactoriales en Bloques Completos al Azar

En la práctica de la experimentación, a veces es necesario buscar evidencias acerca de los efectos individuales de tres factores, manteniendo constantes las demás condiciones experimentales. Así mismo, puede ser de mucha utilidad la obtención de los efectos de las interacciones posibles. Para poder lograr esto, es necesario evaluar todos los factores en un mismo lugar y al mismo tiempo, es decir en un mismo experimento. Para el caso de tres factores el método de análisis es conocido como trifactorial. Dentro de los métodos trifactoriales mencionados están:

- a ► Trifactoriales Propiamente Dichos.**
- b ► Diseño de Parcelas Subdivididas.**

Los experimentos trifactoriales propiamente dichos son un método a través del cual se combinan todos los niveles de cada uno de los tres factores, de manera que cada combinación constituye un tratamiento específico el cual es aplicado a cada una de las U.E. de acuerdo a la azarización propia del diseño experimental a usar.

En principio, tal como un experimento unifactorial puede ser expandido para incluir un segundo factor, un experimento bifactorial puede ser ampliado para incluir un tercer factor; un experimento trifactorial incluir un cuarto factor, etc.

El número total de tratamientos, sin embargo, es el producto de los niveles de cada factor tal que, el tamaño de el experimento se amplía muy rápidamente con el número de factores.

Cualquiera de los diseños básicos (D.C.A., B.C.A y D.C.L.), pueden ser utilizados para establecer los experimentos trifactoriales. Obviamente, la elección del diseño apropiado en que se establecerá el trifactorial depende sobre todo del objetivo del experimento y de las ventajas específicas de cada diseño, lo cual está indivisiblemente vinculado a la naturaleza de las unidades experimentales en donde se establecerán los tratamientos.

Resulta evidente que con la adición de un tercer factor en estudio, se amplía el rango de validéz de las conclusiones, aún más que el caso de un bifactorial. Aunque que el planeamiento del experimento es más difícil, y la interpretación de los resultados es más compleja, aún más que para los bifactoriales.

Para los experimentos trifactoriales diseñados en B.C.A., el análisis estadístico mediante un programa SAS, se ejemplifica con un estudio N.P.K., realizado con el cultivo de Cebolla (*Allium cepa*), en el Valle de Sebaco. El ejemplo antes señalado, se presenta en el cuadro 9.4. del Libro "Fundamentos de Experimentación Agrícola". La organización de los datos debe ser:

A	B	C	BLOQ	REND
1	1	1	1	18.23
1	1	1	2	22.02
1	1	1	3	19.89
1	1	1	4	18.23
1	1	2	1	23.44
1	1	2	2	20.83
1	1	2	3	22.73
1	1	2	4	22.02
1	2	1	1	19.18
1	2	1	2	21.07
1	2	1	3	22.73
1	2	1	4	22.49
1	2	2	1	17.76
1	2	2	2	21.07
1	2	2	3	19.41
1	2	2	4	19.65
2	1	1	1	21.07
2	1	1	2	20.60
2	1	1	3	20.36
2	1	1	4	23.44
2	1	2	1	20.83
2	1	2	2	19.18
2	1	2	3	23.91
2	1	2	4	21.07
2	2	1	1	24.87
2	2	1	2	21.31
2	2	1	3	22.02
2	2	1	4	26.52
2	2	2	1	20.60
2	2	2	2	21.31
2	2	2	3	17.05
2	2	2	4	23.91

3	1	1	1	16.34
3	1	1	2	19.89
3	1	1	3	22.96
3	1	1	4	18.23
3	1	2	1	21.31
3	1	2	2	21.54
3	1	2	3	17.52
3	1	2	4	18.70
3	2	1	1	18.47
3	2	1	2	20.83
3	2	1	3	19.18
3	2	1	4	21.54
3	2	2	1	17.05
3	2	2	2	18.47
3	2	2	3	20.36
3	2	2	4	21.54

Los datos están clasificados de acuerdo al criterio del factor A, factor B, factor C y Bloques. De ahí que, las Fuentes de Variación a evaluarse por el **MAL del Trifactorial en B.C.A.** serán:

<u>F. de V.</u>	<u>GL</u>
BLOQUE	3
FACTOR NIT	2
FACTOR FOS	1
FACTOR POT	1
INT NIT*FOS	1
INT NIT*POT	1
INT FOS*POT	1
INT NIT*FOS*POT	2
ERROR	33
TOTAL	47

El programa SAS a utilizar debe cargarse desde la fuente donde se encuentre; en este caso:

INCLUDE 'A:\PROGSAS\TRIFBCA.SAS'

El programa en mención será el siguiente:

```
DATA TRIFBCA;
INFILE "A:\DATOS\TRIFBCA.PRN";
INPUT NIT FOS POT BLO REND;
PROC PRINT;
PROC ANOVA;
CLASS BLO NIT FOS POT;
MODEL REND = BLO NIT FOS POT NIT*FOS NIT*POT FOS*POT
NIT*FOS*POT;
MEANS NIT FOS POT NIT*FOS NIT*POT FOS*POT NIT*FOS*POT/
DUNCAN TUKEY SNK;
RUN;
QUIT;
```

En este caso se debe escribir **BLO NIT FOS POT** en el comando de línea **CLASS**. La variable respuesta es rendimiento (**REND**), la cual debe ir a la izquierda del igual en el comando **MODEL**. Se tiene cuatro fuentes de variación conocidas (NIT, FOS, POT, BLO) más los efectos de interacción esperados **NIT*FOS, NIT*POT, FOS*POT, NIT*FOS*POT**, por lo tanto éstas son las ocho fuentes de variación que deben aparecer en la especificación del Modelo, a la derecha del igual en el comando de línea **MODEL**.

Tomando un alfa de 0.05, para realizar la prueba, se tiene que la hoja de salida producida por SAS, es la siguiente:

SAS 12:25 Monday, December 15, 1986 19

Analysis of Variance Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
BLO	4	1 2 3 4
NIT	3	1 2 3
FOS	2	1 2
POT	2	1 2

Number of observations in data set = 48

SAS 12:25 Monday, December 15, 1986 20

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: REND

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	14	94.54621250	6.75330089	1.77	0.0877
Error	33	125.85511875	3.81379148		
Corrected Total	47	220.40133125			
R-Square	C.V.	Root MSE	REND Mean		
0.428973	9.4425341	1.9528931	20.68187500		

SAS 12:25 Monday, December 15, 1986 21

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: REND

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BLO	3	13.787806	4.595935	1.21	0.3232
NIT	2	36.382850	18.191425	4.77	0.0151
FOS	1	0.341719	0.341719	0.09	0.7666
POT	1	2.171752	2.171752	0.57	0.4558
NIT*FOS	2	3.907050	1.953525	0.51	0.6038
NIT*POT	2	7.975517	3.987758	1.05	0.3628
FOS*POT	1	23.871302	23.871302	6.26	0.0175
NI*FO*PO	2	6.108217	3.054108	0.80	0.4575

Los resultados del PROC ANOVA, se pueden resumir de forma convencional en la tabla siguiente:

F. de V.	GL	S. de C.	C.M.	F	P
BLO	3	13.787806	4.595935	1.21	0.3232
NIT	2	36.382850	18.191425	4.77	0.0151
FOS	1	0.341719	0.341719	0.09	0.7666
POT	1	2.171752	2.171752	0.57	0.4558
NIT*FOS	2	3.907050	1.953525	0.51	0.6038
NIT*POT	2	7.975517	3.987758	1.05	0.3628
FOS*POT	1	23.871302	23.871302	6.26	0.0175
NI*FO*PO	2	6.108217	3.054108	0.80	0.4575
ERROR	33	125.85511875	3.81379148		
TOTAL	47	220.40133125			

Las conclusiones a redactarse para el ejemplo realizado, pueden verse en la página 187 del libro de "Fundamentos de Experimentación Agrícola". Así mismo, la interpretación del resultado que corresponde a la prueba de Rangos Múltiples de S.N.K., para los efectos principales están en las páginas 189, 190 y 191 del mismo.

Como producto del comando **MEANS**, en sus diferentes opciones, se obtienen los siguientes resultados:

SAS 12:25 Monday, December 15, 1986 22

Analysis of Variance Procedure
Duncan's Multiple Range Test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate,
not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 33 MSE= 3.813791

Number of Means	2	3
Critical Range	1.4042372	1.4760063

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	NIT
A	21.753	16	2
A			
B A	20.672	16	1
B			
B	19.621	16	3

SAS 12:25 Monday, December 15, 1986 24

Analysis of Variance Procedure

Student-Newman-Keuls test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha= 0.05 df= 33 MSE= 3.813791

Number of Means 2 3

Critical Range 1.4047558 1.6942272

Means with the same letter are not significantly different.

SAS 12:25 Monday, December 15, 1986 25

Analysis of Variance Procedure

SNK Grouping Mean N NIT

	A	21.753	16 2
B	A	20.672	16 1
B		19.621	16 3

SAS 12:25 Monday, December 15, 1986 26

Analysis of Variance Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 33 MSE= 3.813791

Critical Value of Studentized Range= 3.470

Minimum Significant Difference= 1.6942

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping Mean N NIT

	A	21.753	16 2
	A		
B	A	20.672	16 1
B		19.621	16 3

SAS 12:25 Monday, December 15, 1986 28

Analysis of Variance Procedure
Duncan's Multiple Range Test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate,
not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 33 MSE= 3.813791

Number of Means 2
Critical Range 1.1465548

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	FOS
A	20.766	24	2
A			
A	20.598	24	1

SAS 12:25 Monday, December 15, 1986 29

Analysis of Variance Procedure
Student-Newman-Keuls test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha= 0.05 df= 33 MSE= 3.813791

Number of Means 2
Critical Range 1.1469783

Means with the same letter are not significantly different.

SAS 12:25 Monday, December 15, 1986 30

Analysis of Variance Procedure

SNK Grouping	Mean	N	FOS
A	20.766	24	2
A			
A	20.598	24	1

SAS 12:25 Monday, December 15, 1986 31

Analysis of Variance Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate,
but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 33 MSE= 3.813791
Critical Value of Studentized Range= 2.877
Minimum Significant Difference= 1.147

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	FOS
A	20.766	24	2
A			
A	20.598	24	1

SAS 12:25 Monday, December 15, 1986 32

Analysis of Variance Procedure

Duncan's Multiple Range Test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I comparisonwise error rate,
not the experimentwise error rate

Alpha= 0.05 df= 33 MSE= 3.813791

Number of Means 2
Critical Range 1.1465548

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	POT
A	20.895	24	1
A			
A	20.469	24	2

SAS 12:25 Monday, December 15, 1986 33

Analysis of Variance Procedure
Student-Newman-Keuls test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha= 0.05 df= 33 MSE= 3.813791

Number of Means 2
Critical Range 1.1469783

Means with the same letter are not significantly different.

SAS 12:25 Monday, December 15, 1986 34
Analysis of Variance Procedure

SNK Grouping	Mean	N	POT
A	20.895	24	1
A			
A	20.469	24	2

SAS 12:25 Monday, December 15, 1986 35

Analysis of Variance Procedure
Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 33 MSE= 3.813791
Critical Value of Studentized Range= 2.877
Minimum Significant Difference= 1.147

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	POT
A	20.895	24	1
A			
A	20.469	24	2

SEPARACIONES DE MEDIAS PARA INTERACCIONES

SAS muestra un listado con las medias y errores estándares para c/u de las combinaciones de los factores en estudio:

SAS 12:25 Monday, December 15, 1986 36

Analysis of Variance Procedure

Level of		Level of	-----REND-----	
NIT	FOS	N	Mean	SD
1	1	8	20.9237500	1.98521634
1	2	8	20.4200000	1.71931049
2	1	8	21.3075000	1.58501690
2	2	8	22.1987500	2.91338016
3	1	8	19.5612500	2.25801074
3	2	8	19.6800000	1.63878003

SAS 12:25 Monday, December 15, 1986 37

Analysis of Variance Procedure

Level of		Level of	-----REND-----	
NIT	POT	N	Mean	SD
1	1	8	20.4800000	1.85107691
1	2	8	20.8637500	1.87922429
2	1	8	22.5237500	2.22124121
2	2	8	20.9825000	2.27214656
3	1	8	19.6800000	2.08931978
3	2	8	19.5612500	1.84904174

Level of		Level of	-----REND-----	
FOS	POT	N	Mean	SD
1	1	12	20.1050000	2.11049973
1	2	12	21.0900000	1.89547308
2	1	12	21.6841667	2.32634891
2	2	12	19.8483333	2.04424618

SAS 12:25 Monday, December 15, 1986 38

Analysis of Variance Procedure

Level of			Level of	Level of	-----REND-----
NIT	FOS	POT	N	Mean	SD
1	1	1	4	19.5925000	1.79759793
1	1	2	4	22.2550000	1.11290910
1	2	1	4	21.3675000	1.63197988
1	2	2	4	19.4725000	1.35647521
2	1	1	4	21.3675000	1.41278389
2	1	2	4	21.2475000	1.96377825
2	2	1	4	23.6800000	2.43954914
2	2	2	4	20.7175000	2.82886756
3	1	1	4	19.3550000	2.80702096
3	1	2	4	19.7675000	1.97584370
3	2	1	4	20.0050000	1.42287268
3	2	2	4	19.3550000	1.99001675

8.1.10. Diseño de Parcelas Divididas

Los diseños de parcelas divididas se emplean frecuentemente 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.

El principio básico del diseño de parcelas divididas consiste en que a las parcelas grandes o parcelas principales, se les aplican niveles de uno o más factores, luego las parcelas grandes se subdividen en parcelas pequeñas o subparcelas a las cuales se les aplican los niveles de un segundo factor. De este modo, cada unidad completa se convierte en un bloque para los niveles de las subparcelas. Es característico de este diseño que cuando se establecen experimentos fitotécnicos, cada parcela experimental ocupada por un primer factor se divide en tantas parcelas pequeñas como niveles del segundo factor existan.

El proyecto suele sacrificar la precisión en la estimación de los efectos promedios de los tratamientos asignados a las parcelas principales, aunque frecuentemente aumenta la precisión para comparar los efectos promedios de tratamientos asignados a las subparcelas y cuando existen interacciones, para comparar los efectos de tratamientos de subparcelas en una parcela grande determinada. Esto proviene del hecho de que el error para las parcelas principales suele ser mayor que el error utilizado para comparar los tratamientos de subparcelas. A menudo, el término de error para tratamientos de subparcelas es inferior al que se obtendría si todas las combinaciones de tratamientos fuesen dispuestas en un diseño de Bloques Completos al Azar.

Evidentemente no todas las comparaciones entre los tratamientos se pueden hacer con el mismo grado de precisión. Está presente una significación diferente en las comparaciones. Aquellas que conciernen a los niveles del segundo factor, o sea las que están dispuestas sobre áreas de menor dimensión, por tanto, están más cerca unas de otras y tienden a ser más exactas que las comparaciones de los niveles del primer factor, que están situadas en parcelas más alejadas unas de otras y por tanto en condiciones de fertilidad del suelo más diferentes.

De aquí la significación diferente de las distintas comparaciones de los resultados experimentales, lo cual ocurre por la disposición de los tratamientos en el diseño de las parcelas divididas, que requiere una descomposición de los errores del experimento en sus componentes. Del error para el factor A, establecido sobre las parcelas grandes en el experimento. Del error para el factor B, establecido sobre las subparcelas y eventualmente de errores sobre los tratamientos de tercer orden.

En términos comparativos, el diseño de parcelas divididas presenta las siguientes características diferenciales en relación a los experimentos bifactoriales propiamente dicho:

- a ► Mientras los Bifactoriales propiamente dicho permiten evaluar dos factores de estudio con igual grado de precisión, el Diseño de Parcelas Divididas permite evaluar dos factores de estudio con diferentes grados de precisión, siendo ésta, mayor para el factor asignado en la parcela pequeña.
- b ► El Diseño de Parcelas Divididas es un diseño en sí, ya que tiene su propia azarización, la cual genera dos tipos de errores : E(a) y E(b), por el contrario, los Bifactoriales propiamente dicho no son un diseño en sí, ya que toman la azarización correspondiente al diseño en que se establezcan (D.C.A, B.C.A, y D.C.L.), el cual se caracteriza por tener un mismo error para evaluar ambos factores.
- c ► El principio básico del Diseño de Parcelas Divididas permite la existencia en campo de dos tamaños de parcelas (Grande o Principal y Pequeña o Subparcela), a diferencia de los bifactoriales propiamente dicho, en los que existe igual tamaño de parcela para cada una de las unidades experimentales.

Algunas situaciones prácticas en que el Diseño de Parcelas Divididas es recomendable

- 1 ► Puede usarse cuando los tratamientos relacionados con los niveles de uno o más de los factores necesita mayor cantidad de material experimental que los niveles del otro factor. Esto es común en experimentación de campo. Por ejemplo, en un experimento de campo uno de los factores puede ser métodos de preparación del suelo, factor que necesita por su naturaleza, parcelas grandes. El otro factor puede ser variedades o fertilizantes.
- 2 ► El diseño puede usarse si va a incorporarse en un experimento un factor adicional para aumentar su alcance. Por ejemplo, suponga que el objetivo principal de un experimento es comparar los efectos de varios fungicidas. Para aumentar el alcance del experimento, se incluyen varias variedades de las cuales se sabe que difieren en su resistencia a la enfermedad. Aquí las variedades podrían organizarse en las parcelas grandes y los productos en las subparcelas, a fin de estudiarlos con mayor precisión.
- 3 ► A partir de la información anterior, es posible conocer que existen diferencias mayores entre los niveles de ciertos factores que entre los niveles de otros. En este caso, las combinaciones de los tratamientos para los factores donde se esperan diferencias grandes deben asignarse aleatoriamente a las unidades grandes.
- 4 ► Este diseño se usa cuando se desea mayor precisión para comparaciones entre ciertos factores, que para otras. Este argumento es esencialmente igual al expresado en el inciso anterior, pero las razones pueden ser diferentes.

En particular, debe tenerse presente que el diseño de parcelas divididas impone ciertas restricciones en cuanto al término del error que debe utilizarse para probar los efectos de los tratamientos; por lo tanto, es muy importante asignar correctamente los factores a las parcelas de tal forma que se obtenga la mayor precisión al comparar las interacciones y los efectos promedios de los tratamientos en los que se está más interesado.

El error de la parcela grande, convenientemente designado $E(a)$, usualmente es mayor que el error de las subparcelas, designado $E(b)$. Esto se debe a que las observaciones en las subunidades de la misma unidad completa tienden a correlacionarse positivamente y así reaccionar de modo más semejante que las subunidades de diferentes unidades grandes. El $E(a)$ no puede ser menor que $E(b)$, excepto por azar; si esto sucede, es apropiado considerar ambos $E(a)$ y $E(b)$ como estimaciones de la misma s^2 y, en consecuencia, las dos sumas de cuadrados pueden combinarse y luego dividirse por los grados de libertad combinados para obtener una estimación de s^2 .

Para ejemplificar el análisis de datos que provienen de experimentos diseñados en **Parcelas Divididas**, mediante un programa **SAS**, se retoman los datos del experimento de maíz que estudia el efecto de diferentes sistemas de labranzas y métodos de control de malezas para el control del *Dalbulus maidis*; los tratamientos repetidos cuatro veces cada uno. El ejemplo señalado, se presenta en el cuadro 8.27, página 169, del Libro "Fundamentos de Experimentación Agrícola". **La organización de los datos para su análisis debe ser:**

A	B	REP	REND
1	1	1	1478.99
1	1	2	1268.23
1	1	3	1150.70
1	1	4	905.14
1	2	1	1304.30
1	2	2	1027.76
1	2	3	912.04
1	2	4	1013.78
2	1	1	1877.33
2	1	2	1277.31
2	1	3	1534.20
2	1	4	1103.52
2	2	1	1891.54
2	2	2	1529.41
2	2	3	1545.54
2	2	4	1264.54

El programa **SAS** a utilizar debe cargarse desde la fuente donde se encuentre; en este caso:

INCLUDE 'A:\PROGSAS\PARDIV.SAS'

El programa en mención será el siguiente:

```
DATA PARDIV;
  INFILE 'A:\DATOS\PARDIV.PRN';
  INPUT A B REP REND;
PROC PRINT;
PROC ANOVA;
  CLASS REP A B;
  MODEL REND = REP A REP*A B A*B;
  TEST H=REP E=REP*A;
  TEST H=A E=REP*A;
MEANS A / SNK E=REP*A;
MEANS B / SNK;
MEANS A*B / SNK;
RUN;
QUIT;
```

Las Fuentes de Variación a evaluarse por el MAL del Diseño de Parcelas Divididas serán:

<u>F. de V.</u>	<u>GL</u>
BLOQUE	3
FACTOR A	1
ERROR A	3
FACTOR B	1
INTERACCION A*B	1
ERROR	6
TOTAL	15

Observe que los datos están clasificados de acuerdo al criterio del factor A, factor B, y Bloques; sin embargo, debe tenerse presente que en los Parcelas Divididas existen un error para cada factor. El error del factor A es necesario declararlo en el programa como la interacción Bloque*Factor A. SAS asume por defecto el calculo del factor B, por lo tanto no es necesario declararselo explícitamente en el programa.

En este caso se debe escribir **REP A B** en el comando de línea **CLASS**. La variable respuesta es rendimiento (**REND**), la cual debe ir a la izquierda del igual en el comando **MODEL**. Se tiene tres fuentes de variación conocidas (A, B, REP), más el error del factor A, más el efecto esperado de interacción A*B, por lo tanto éstas son las cinco fuentes de variación que deben aparecer en la especificación del Modelo, a la derecha del igual en el comando de línea **MODEL**.

Otra consideración particularmente importante, es definirle al SAS la prueba de hipótesis correspondiente al factor A, y al Bloque; ya que para éstos, la relación de varianzas se realiza contra el error de A, lo que debe declararse específicamente. Esto es:

TEST H=REP E=REP*A;
TEST H=A E=REP*A;

Una consideración similar debe hacerse, cuando se desea la separación de medias para el factor A, esto es:

MEANS A / DUNCAN SNK TUKEY E=REP*A;

Las consideraciones señaladas para el factor A, NO SON NECESARIAS PARA EL FACTOR B.

Para el ejemplo que nos ocupa, considere un alfa de 0.05, para realizar la prueba; en tal caso, se tiene que la hoja de salida producida por SAS, es la siguiente:

SAS 11:46 Monday, December 15, 1986 11

Analysis of Variance Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
REP	4	1 2 3 4
A	2	1 2
B	2	1 2

Number of observations in data set = 16

SAS 11:46 Monday, December 15, 1986 12

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: REND

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	1341890.0757	149098.8973	14.37	0.0021
Error	6	62251.4410	10375.2402		
Total	15	1404141.5167			

R-Square	C.V.	Root MSE	REND Mean
0.955666	7.7296398	101.85892	1317.7706250

SAS 11:46 Monday, December 15, 1986 13

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: REND

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	663626.298	221208.766	21.32	0.0013
A	1	548506.875	548506.875	52.87	0.0003
REP*A	3	68550.327	22850.109	2.20	0.1886
B	1	709.024	709.024	0.07	0.8025
A*B	1	60497.551	60497.551	5.83	0.0522

Tests of Hypotheses using the Anova MS for REP*A as an error term

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	3	663626.29832	221208.76611	9.68	0.0472

SAS 11:46 Monday, December 15, 1986 14

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: REND

Tests of Hypotheses using the Anova MS for REP*A as an error term

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
A	1	548506.87516	548506.87516	24.00	0.0163

Los resultados del PROC ANOVA, se pueden resumir de forma convencional en la tabla siguiente:

F. de V.	GL	S. de C.	C.M.	F	Pr
BLOQUE	3	663626.29832	221208.76611	9.68	0.0472
FACTOR A	1	548506.87516	548506.87516	24.00	0.0163
ERROR A	3	68550.327	22850.109		
FACTOR B	1	709.024	709.024	0.07	0.8025
A*B	1	60497.551	60497.551	5.83	0.0522
ERROR B	6	62251.4410	10375.2402		
TOTAL	15	1404141.5167			

Las conclusiones a redactarse para este ejemplo, pueden verse en la página 173 del libro de texto "Fundamentos de Experimentación Agrícola". Así mismo, la interpretación del resultado que corresponde a la prueba de Rangos Múltiples de S.N.K., para los efectos principales están en las páginas 176, y 177 del mismo.

Como producto del comando **MEANS**, usando sólo la opción para SNK, se obtienen los siguientes resultados:

SAS 11:46 Monday, December 15, 1986 16

Analysis of Variance Procedure
Student-Newman-Keuls test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 22850.11

Number of Means 2

Critical Range 243.13986

Means with the same letter are not significantly different.

SAS 11:46 Monday, December 15, 1986 17

Analysis of Variance Procedure

SNK Grouping	Mean	N	A
A	1502.92	8	2
B	1132.62	8	1

SAS 11:46 Monday, December 15, 1986 20

Analysis of Variance Procedure
Student-Newman-Keuls test for variable: REND

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha= 0.05 df= 6 MSE= 10375.24

Number of Means 2

Critical Range 124.61807

Means with the same letter are not significantly different.

SAS 11:46 Monday, December 15, 1986 21
Analysis of Variance Procedure

SNK Grouping	Mean	N	B
A	1324.43	8	1
A			
A	1311.11	8	2

SEPARACION DE INTERACCIONES

SAS muestra un listado con las medias y errores estándares para c/u de las combinaciones de los factores en estudio:

SAS 11:46 Monday, December 15, 1986 23

Analysis of Variance Procedure

Level of Level of -----REND-----

A	B	N	Mean	SD
1	1	4	1200.76500	239.347252
1	2	4	1064.47000	167.998446
2	1	4	1448.09000	336.430381
2	2	4	1557.75750	257.125201

8.2. SISTEMA DE DE ANALISIS ESTADISTICO APLICADO A LA VALIDACION DE OPCIONES TECNOLOGICAS

8.2.1. Análisis Estadístico de los Ensayos de Validación Tecnológica

Existen al menos cuatro tipos de evaluaciones que pueden realizarse a datos de ensayos de validación, de acuerdo a Hildebrand & Poey (1989), éstos son:

- 1 ► Las evaluaciones propias de los agricultores, a través de las cuales ellos deciden aceptar, rechazar o seguir probando la tecnología,**
- 2 ► Una encuesta evaluativa hecha por el investigador durante el año de prueba, para cerciorarse de la opinión de los agricultores acerca de la alternativa bajo ensayo,**
- 3 ► Una evaluación técnica-estadística hecha durante el año del ensayo, de los datos recolectados por los investigadores, por los agricultores, o por ambos,**
- 4 ► Una evaluación de la aceptabilidad, hecha el año siguiente al del ensayo y basada sobre la aceptación activa, o el rechazo de la alternativa por parte de los agricultores.**

Dado la naturaleza de este texto, se explica a continuación el análisis técnico-estadístico de mayor aplicación para ensayos de validación, basado en la metodología de Hildebrand & Poey, (1989). Así mismo se profundiza sobre la aplicación del programa SAS desarrollado por Pedroza (1995c), para la automatización del procedimiento elaborado por Hildebrand & Poey, (1989).

Debido a que solamente las variables de tratamiento son controladas, el análisis técnico-estadístico de los resultados de validación requiere de procedimientos distintos a los diseños experimentales usuales. **Un método útil de análisis es el de combinar un análisis de estabilidad modificado y una distribución de frecuencias de intervalos de confianza.**

El análisis de estabilidad modificado está basado en un procedimiento usado hace tiempo por los fitomejoradores. Es una manera de hacer uso de la variabilidad existente en diferentes fincas para ayudar a confirmar dominios de recomendación, o señalar la necesidad de dividirlos. El análisis de estabilidad modificado es un procedimiento simple, el cual utiliza un índice ambiental creado a partir de los datos de los ensayos en finca, como una manera de estimar a todos los factores que influyen en la respuesta a una tecnología. Estos factores incluyen el clima, los suelos y las prácticas de manejo del productor.

Complementariamente, un sencillo procedimiento, la distribución gráfica de intervalos de confianza, es usado para los afectos de evaluar la variabilidad en los resultados a esperar de una tecnología dentro de un dominio de recomendación.

8.2.2. Análisis de Estabilidad Modificado

Para comprender mejor el análisis de estabilidad modificado, se considera una serie de ensayos realizados en un gran número de fincas, dentro de un dominio de recomendación preliminar y utilizando una variedad mejorada en comparación con una variedad local.

En cada ensayo se ejecutan las prácticas comunes de cada agricultor: La única constante, en cada sitio (finca), son las variedades. Cada agricultor las somete a diferentes condiciones de suelo, fecha de siembra, control de plagas, fertilizante y otras prácticas de manejo. Una finca, en la que los rendimientos promedios de las dos variedades son altos (por cualquier razón), es considerada como un ambiente "bueno" para ese cultivo. Una finca en la que los rendimientos son bajos (por cualquier razón), es considerada como un ambiente "pobre".

De esta forma, el ambiente se torna en una variable continua y cuantificable, cuyo rango de valores es el rango de rendimientos promedios de cada sitio en el ensayo. El rendimiento de cada una de las alternativas tecnológicas puede ser relacionado con el ambiente mediante regresión lineal simple, basada en la siguiente ecuación:

$$Y_i = a + be$$

donde:

Y_i = rendimiento de la i-ésima variedad

e = índice ambiental, que es el rendimiento promedio de todos los tratamientos en cada sitio

Calculando, independientemente para cada variedad, la ecuación de regresión correspondiente y graficando en un mismo plano cartesiano, el rendimiento estimado respecto al índice ambiental, es posible hacer una comparación visual de las tecnologías.

Para el análisis estadístico de los datos provenientes del ensayo de validación, mediante un programa SAS, partamos del ejemplo de Hildebrand & Poey (1989), que evalúa las siguientes alternativas tecnológicas:

ORGANIZACION DE LOS DATOS PARA VALIDACION DE OPCIONES TECNOLOGICAS

Cuadro 4. Rendimiento de maíz (t/ha), de ensayos en finca conducidos por los agricultores Phalombe, Malawi, 1981/1982.

TRATAMIENTOS	AGRICULTORES EN LA PRIMERA ALDEA --> F I N C A S <--								MTA
	1	2	3	4	5	6	7	8	
ML	2.2	2.2	1.9	1.2	1.3	0.9	1.0	0.5	1.4
ML-F	3.6	3.7	4.3	3.2	2.3	2.3	3.1	2.8	3.2
CCA	3.5	2.0	2.9	0.4	0.6	0.5	0.6	0.3	1.3
CCA-F	5.0	4.7	4.3	3.5	2.4	1.7	3.0	2.8	3.4
MA = e_i	3.6	3.2	3.3	2.1	1.7	1.3	1.9	1.6	

TRATAMIENTOS	AGRICULTORES EN LA SEGUNDA ALDEA --> F I N C A S <--						
	1	2	3	4	5	6	MTA
ML	1.8	1.1	1.6	1.0	1.6	0.6	1.3
ML-F	3.2	2.5	2.9	1.2	1.9	0.8	2.1
CCA	2.2	0.7	0.9	0.3	1.1	0.3	0.9
CCA-F	2.9	2.5	2.1	1.1	0.8	0.4	1.6
MA = e _i	2.5	1.7	1.9	0.9	1.4	0.5	

ML = Maíz local

ML-F = Maíz local con fertilizante

CCA = Maíz CCA

CCA-F = Maíz CCA con fertilizante

MA = Media por agricultor

MTA = Media del tratamiento por finca

La organización de los datos para su análisis estadístico debe ser:

ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS PARA VALIDACION DE OPCIONES TECNOLOGICAS

X ML MLF CCA CCAF

3.6	2.2	3.6	3.5	5.0
3.2	2.2	3.7	2.0	4.7
3.3	1.9	4.3	2.9	4.3
2.1	1.2	3.2	0.4	3.5
1.7	1.3	2.3	0.6	2.4
1.3	0.9	2.3	0.5	1.7
1.9	1.0	3.1	0.6	3.0
1.6	0.5	2.8	0.3	2.8
2.5	1.8	3.2	2.2	2.9
1.7	1.1	2.5	0.7	2.5
1.9	1.6	2.9	0.9	2.1
0.9	1.0	1.2	0.3	1.1
1.4	1.6	1.9	1.1	0.8
0.5	0.6	0.8	0.3	0.4

Debe observarse que la clasificación de los datos es de acuerdo al criterio de cada alternativa tecnológica evaluada, en cada una de las fincas. De esta forma resulta sencillo calcular la función de regresión para cada alternativa evaluada.

El programa SAS a utilizar debe cargarse desde la fuente donde se encuentre; en este caso:

INCLUDE 'A:\PROGSAS\VALIDAC.SAS'

El programa standard para el análisis de estabilidad modificado será el siguiente:

```

OPTIONS LS=80 PS=60;
OPTIONS NODATE;
DATA VALIDAC;
INFILE 'A:\DATOS\VALIDAC.PRN';
INPUT X ML MLF CCA CCAF;
PROC PRINT;
TITLE ' ';
PROC REG;
MODEL ML=X;
OUTPUT OUT=LIN1 P=PLIN1;
PRINT CLI;

```

```
TITLE 'FUNCION DE RESPUESTA LINEAL PARA MAIZ LOCAL SIN  
FERTILIZANTE';
```

```
PROC REG;  
  MODEL MLF=X;  
  OUTPUT OUT=LIN2 P=PLIN2;  
PRINT CLI;
```

```
TITLE 'FUNCION DE RESPUESTA LINEAL PARA MAIZ LOCAL CON  
FERTILIZANTE';
```

```
PROC REG;  
  MODEL CCA=X;  
  OUTPUT OUT=LIN3 P=PLIN3;  
PRINT CLI;
```

```
TITLE 'FUNCION DE RESPUESTA LINEAL PARA EL COMPUESTO SIN  
FERTILIZANTE';
```

```
PROC REG;  
  MODEL CCAF=X;  
  OUTPUT OUT=LIN4 P=PLIN4;  
PRINT CLI;
```

```
TITLE 'FUNCION DE RESPUESTA LINEAL PARA EL COMPUESTO CON FERTILIZ';  
RUN;
```

```
DATA PREDICC;  
  MERGE LIN1 LIN2 LIN3 LIN4;  
  PROC PRINT;  
PROC PLOT;  
PLOT PLIN1*X='1' PLIN2*X='2' PLIN3*X='3' PLIN4*X='4'/OVERLAY VPOS=15  
HPOS=30;
```

```
TITLE 'CREACION DE UNA NUEVA BDD, CON LOS ARCHIVOS DE SALIDA  
LINEAL';
```

```
TITLE 'GRAFICO SOBREPUESTO DE LAS VARIABLES DE PREDICCIÓN PARA  
CADA FUNCION DE RESPUESTA LINEAL ESTIMADA';
```

```
PROC PLOT;  
PLOT PLIN1*X='*' PLIN3*X='o'/OVERLAY VPOS=15 HPOS=30;
```

TITLE 'GRAFICO SOBREPUESTO DE LAS VARIABLES DE PREDICCIÓN SIN FERTILIZANTE';

PROC PLOT;

PLOT PLIN2*X='*' PLIN4*X='o'/OVERLAY VPOS=15 HPOS=30;

TITLE 'GRAFICO SOBREPUESTO DE LAS VARIABLES DE PREDICCIÓN CON FERTILIZANTE';

RUN;

DATA AMBBUENO;

INFILE 'A:\DATOS\AMBBUENO.PRN';

INPUT X ML MLF CCA CCAF;

PROC PRINT;

TITLE 'ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS PARA EL -AMBIENTE BUENO-DONDE $e > 2$ ';

PROC MEANS N MEAN STDERR CV T; VAR ML;

TITLE 'CÁLCULO DEL INTERVALO DE CONFIANZA PARA EL AMBIENTE BUENO';

TITLE 'ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS PARA LA VARIABLE ML';

PROC MEANS N MEAN STDERR CV T; VAR MLF;

TITLE 'CÁLCULO DEL INTERVALO DE CONFIANZA PARA EL AMBIENTE BUENO';

TITLE 'ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS PARA LA VARIABLE MLF';

PROC MEANS N MEAN STDERR CV T; VAR CCA;

TITLE 'CÁLCULO DEL INTERVALO DE CONFIANZA PARA EL AMBIENTE BUENO';

TITLE 'ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS PARA LA VARIABLE CCA';

PROC MEANS N MEAN STDERR CV T; VAR CCAF;

TITLE 'CÁLCULO DEL INTERVALO DE CONFIANZA PARA EL AMBIENTE BUENO';

TITLE 'ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS PARA LA VARIABLE CCAF';

RUN;

Recuerde que después de terminar la corrida del programa, debe pulsar la tecla F5, para ir a la pantalla Output. Active el modo ZOOM con F7. Luego para archivar su hoja de resultados desde la ventana de salida, debe ir al inicio (Home) y digitar el comando FILE 'A:_____'. La hoja de salida producida por SAS, es la siguiente:

OBS	X	ML	MLF	CCA	CCAF
1	3.6	2.2	3.6	3.5	5.0
2	3.2	2.2	3.7	2.0	4.7
3	3.3	1.9	4.3	2.9	4.3
4	2.1	1.2	3.2	0.4	3.5
5	1.7	1.3	2.3	0.6	2.4
6	1.3	0.9	2.3	0.5	1.7
7	1.9	1.0	3.1	0.6	3.0
8	1.6	0.5	2.8	0.3	2.8
9	2.5	1.8	3.2	2.2	2.9
10	1.7	1.1	2.5	0.7	2.5
11	1.9	1.6	2.9	0.9	2.1
12	0.9	1.0	1.2	0.3	1.1
13	1.4	1.6	1.9	1.1	0.8
14	0.5	0.6	0.8	0.3	0.4

FUNCION DE RESPUESTA LINEAL PARA MAIZ LOCAL SIN FERTILIZANTE

Model: MODEL1

Dep Variable: ML

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	1	2.76912	2.76912	29.514	0.0002
Error	12	1.12588	0.09382		
Total C	13	3.89500			

Root MSE	0.30631	R-Square	0.7109
Dep Mean	1.35000	Adj R-Sq	0.6869
C.V.	22.68934		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	0.342782	0.20266865	1.691	0.1166
X	1	0.510908	0.09404314	5.433	0.0002

FUNCION DE RESPUESTA LINEAL PARA MAIZ LOCAL SIN FERTILIZANTE

<i>Obs</i>	<i>ML</i>	<i>Predict Value</i>	<i>Lower95% Predict</i>	<i>Upper95% Predict</i>
1	2.2000	2.1820	1.4149	2.9492
2	2.2000	1.9777	1.2424	2.7129
3	1.9000	2.0288	1.2863	2.7713
4	1.2000	1.4157	0.7244	2.1070
5	1.3000	1.2113	0.5183	1.9044
6	0.9000	1.0070	0.3026	1.7113
7	1.0000	1.3135	0.6225	2.0045
8	0.5000	1.1602	0.4652	1.8552
9	1.8000	1.6201	0.9208	2.3193
10	1.1000	1.2113	0.5183	1.9044
11	1.6000	1.3135	0.6225	2.0045
12	1.0000	0.8026	0.0777	1.5275
13	1.6000	1.0581	0.3574	1.7587
14	0.6000	0.5982	-0.1555	1.3520

Sum of Residuals -5.21805E-15
Sum of Squared Residuals 1.1259
Predicted Resid SS (Press) 1.3932

FUNCION DE RESPUESTA LINEAL PARA MAIZ LOCAL CON FERTILIZANTE

Model: MODEL1

Dep Variable: MLF

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	1	10.11725	10.11725	66.607	0.0001
Error	12	1.82275	0.15190		
C Total	13	11.94000			

Root MSE 0.38974 **R-Square** **0.8473**
Dep Mean 2.70000 Adj R-Sq 0.8346
C.V. 14.43474

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	0.774764	0.25787165	3.004	0.0110
X	1	0.976569	0.11965866	8.161	0.0001

FUNCION DE RESPUESTA LINEAL PARA MAIZ LOCAL CON FERTILIZANTE

<i>Obs</i>	<i>MLF</i>	<i>Predict Value</i>	<i>Lower95% Predict</i>	<i>Upper95% Predict</i>
1	3.6000	4.2904	3.3143	5.2666
2	3.7000	3.8998	2.9643	4.8353
3	4.3000	3.9974	3.0527	4.9422
4	3.2000	2.8256	1.9459	3.7052
5	2.3000	2.4349	1.5531	3.3167
6	2.3000	2.0443	1.1481	2.9405
7	3.1000	2.6302	1.7511	3.5094
8	2.8000	2.3373	1.4530	3.2216
9	3.2000	3.2162	2.3265	4.1059
10	2.5000	2.4349	1.5531	3.3167
11	2.9000	2.6302	1.7511	3.5094
12	1.2000	1.6537	0.7314	2.5760
13	1.9000	2.1420	1.2505	3.0335
14	0.8000	1.2630	0.3040	2.2221

Sum of Residuals	-7.32747E-15
Sum of Squared Residuals	1.8227
Predicted Resid SS (Press)	2.9136

FUNCION DE RESPUESTA LINEAL PARA EL COMPUESTO SIN FERTILIZANTE

Model: MODEL1

Dep Variable: CCA

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	1	11.25234	11.25234	42.464	0.0001
Error	12	3.17980	0.26498		
Total C	13	14.43214			

Root MSE	0.51477	R-Square	0.7797
Dep Mean	1.16429	Adj R-Sq	0.7613
C.V.	44.21301		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	-0.866079	0.34059684	-2.543	0.0258
X	1	1.029895	0.15804514	6.516	0.0001

FUNCION DE RESPUESTA LINEAL PARA EL COMPUESTO SIN FERTILIZANTE

<i>Obs</i>	<i>CCA</i>	<i>Predict Value</i>	<i>Lower95% Predict</i>	<i>Upper95% Predict</i>
1	3.5000	2.8415	1.5522	4.1308
2	2.0000	2.4296	1.1940	3.6652
3	2.9000	2.5326	1.2847	3.7804
4	0.4000	1.2967	0.1349	2.4585
5	0.6000	0.8847	-0.2800	2.0494
6	0.5000	0.4728	-0.7110	1.6565
7	0.6000	1.0907	-0.0705	2.2519
8	0.3000	0.7818	-0.3862	1.9497
9	2.2000	1.7087	0.5335	2.8838
10	0.7000	0.8847	-0.2800	2.0494
11	0.9000	1.0907	-0.0705	2.2519
12	0.3000	0.0608	-1.1573	1.2790
13	1.1000	0.5758	-0.6017	1.7533
14	0.3000	-0.3511	-1.6178	0.9156

Sum of Residuals -2.66454E-15
Sum of Squared Residuals 3.1798
Predicted Resid SS (Press) 4.6737

FUNCION DE RESPUESTA LINEAL PARA EL COMPUESTO CON FERTILIZANTE

Model: MODEL1

Dep Variable: CCAF

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	1	22.68437	22.68437	94.850	0.0001
Error	12	2.86992	0.23916		
Total C	13	25.55429			

Root MSE 0.48904 **R-Square** **0.8877**
Dep Mean 2.65714 Adj R-Sq 0.8783
C.V. 18.40472

Variable	DF	Parameter Estimates		T for H0:	
		Parameter Estimate	Standard Error	Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	-0.225667	0.32357512	-0.697	0.4988
X	1	1.462295	0.15014665	9.739	0.0001

FUNCION DE RESPUESTA LINEAL PARA MAIZ LOCAL CON FERTILIZANTE

Obs	MLF	Predict Value	Lower95% Predict	Upper95% Predict
1	3.6000	4.2904	3.3143	5.2666
2	3.7000	3.8998	2.9643	4.8353
3	4.3000	3.9974	3.0527	4.9422
4	3.2000	2.8256	1.9459	3.7052
5	2.3000	2.4349	1.5531	3.3167
6	2.3000	2.0443	1.1481	2.9405
7	3.1000	2.6302	1.7511	3.5094
8	2.8000	2.3373	1.4530	3.2216
9	3.2000	3.2162	2.3265	4.1059
10	2.5000	2.4349	1.5531	3.3167
11	2.9000	2.6302	1.7511	3.5094
12	1.2000	1.6537	0.7314	2.5760
13	1.9000	2.1420	1.2505	3.0335
14	0.8000	1.2630	0.3040	2.2221

Sum of Residuals	-7.32747E-15
Sum of Squared Residuals	1.8227
Predicted Resid SS (Press)	2.9136

FUNCION DE RESPUESTA LINEAL PARA EL COMPUESTO SIN FERTILIZANTE

Model: MODEL1

Dep Variable: CCA

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	1	11.25234	11.25234	42.464	0.0001
Error	12	3.17980	0.26498		
Total C	13	14.43214			

Root MSE	0.51477	R-Square	0.7797
Dep Mean	1.16429	Adj R-Sq	0.7613
C.V.	44.21301		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	-0.866079	0.34059684	-2.543	0.0258
X	1	1.029895	0.15804514	6.516	0.0001

FUNCION DE RESPUESTA LINEAL PARA MAIZ LOCAL CON FERTILIZANTE

<i>Obs</i>	<i>MLF</i>	<i>Predict Value</i>	<i>Lower95% Predict</i>	<i>Upper95% Predict</i>
1	3.6000	4.2904	3.3143	5.2666
2	3.7000	3.8998	2.9643	4.8353
3	4.3000	3.9974	3.0527	4.9422
4	3.2000	2.8256	1.9459	3.7052
5	2.3000	2.4349	1.5531	3.3167
6	2.3000	2.0443	1.1481	2.9405
7	3.1000	2.6302	1.7511	3.5094
8	2.8000	2.3373	1.4530	3.2216
9	3.2000	3.2162	2.3265	4.1059
10	2.5000	2.4349	1.5531	3.3167
11	2.9000	2.6302	1.7511	3.5094
12	1.2000	1.6537	0.7314	2.5760
13	1.9000	2.1420	1.2505	3.0335
14	0.8000	1.2630	0.3040	2.2221

Sum of Residuals	-7.32747E-15
Sum of Squared Residuals	1.8227
Predicted Resid SS (Press)	2.9136

FUNCION DE RESPUESTA LINEAL PARA EL COMPUESTO SIN FERTILIZANTE

Model: MODEL1

Dep Variable: CCA

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	1	11.25234	11.25234	42.464	0.0001
Error	12	3.17980	0.26498		
Total C	13	14.43214			

Root MSE	0.51477	R-Square	0.7797
Dep Mean	1.16429	Adj R-Sq	0.7613
C.V.	44.21301		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	-0.866079	0.34059684	-2.543	0.0258
X	1	1.029895	0.15804514	6.516	0.0001

FUNCION DE RESPUESTA LINEAL PARA EL COMPUESTO SIN FERTILIZANTE

<i>Obs</i>	<i>CCA</i>	<i>Predict Value</i>	<i>Lower95% Predict</i>	<i>Upper95% Predict</i>
1	3.5000	2.8415	1.5522	4.1308
2	2.0000	2.4296	1.1940	3.6652
3	2.9000	2.5326	1.2847	3.7804
4	0.4000	1.2967	0.1349	2.4585
5	0.6000	0.8847	-0.2800	2.0494
6	0.5000	0.4728	-0.7110	1.6565
7	0.6000	1.0907	-0.0705	2.2519
8	0.3000	0.7818	-0.3862	1.9497
9	2.2000	1.7087	0.5335	2.8838
10	0.7000	0.8847	-0.2800	2.0494
11	0.9000	1.0907	-0.0705	2.2519
12	0.3000	0.0608	-1.1573	1.2790
13	1.1000	0.5758	-0.6017	1.7533
14	0.3000	-0.3511	-1.6178	0.9156

Sum of Residuals -2.66454E-15
Sum of Squared Residuals 3.1798
Predicted Resid SS (Press) 4.6737

FUNCION DE RESPUESTA LINEAL PARA EL COMPUESTO CON FERTILIZANTE

Model: MODEL1

Dep Variable: CCAF

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	1	22.68437	22.68437	94.850	0.0001
Error	12	2.86992	0.23916		
Total C	13	25.55429			

Root MSE 0.48904 **R-Square 0.8877**
Dep Mean 2.65714 Adj R-Sq 0.8783
C.V. 18.40472

Parameter Estimates					
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	-0.225667	0.32357512	-0.697	0.4988
X	1	1.462295	0.15014665	9.739	0.0001

FUNCION DE RESPUESTA LINEAL PARA EL COMPUESTO CON FERTILIZANTE

<i>Obs</i>	<i>CCAF</i>	<i>Predict Value</i>	<i>Lower95% Predict</i>	<i>Upper95% Predict</i>
1	5.0000	5.0386	3.8137	6.2635
2	4.7000	4.4537	3.2798	5.6276
3	4.3000	4.5999	3.4144	5.7854
4	3.5000	2.8452	1.7414	3.9489
5	2.4000	2.2602	1.1537	3.3667
6	1.7000	1.6753	0.5507	2.7999
7	3.0000	2.5527	1.4495	3.6559
8	2.8000	2.1140	1.0044	3.2236
9	2.9000	3.4301	2.3137	4.5465
10	2.5000	2.2602	1.1537	3.3667
11	2.1000	2.5527	1.4495	3.6559
12	1.1000	1.0904	-0.0669	2.2477
13	0.8000	1.8215	0.7029	2.9402
14	0.4000	0.5055	-0.6979	1.7089

Sum of Residuals -9.99201E-16
Sum of Squared Residuals 2.8699
Predicted Resid SS (Press) 3.5394

**GRAFICO SOBREPUESTO DE LAS VARIABLES DE PREDICCION
PARA CADA FUNCION DE RESPUESTA**

Plot of PLIN1*X: Symbol used is 1; Plot of PLIN2*X: Symbol used is 2;
Plot of PLIN3*X: Symbol used is 3; Plot of PLIN4*X: Symbol used is 4

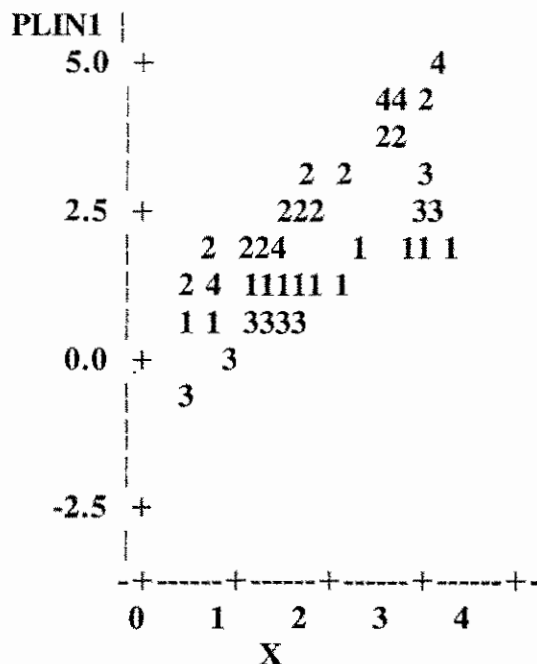


GRAFICO SOBREPUESTO DE LAS VARIABLES DE PREDICCIÓN SIN FERTILIZANTE

Plot of PLIN1*X: Symbol used is * ; Plot of PLIN3*X: Symbol used is o

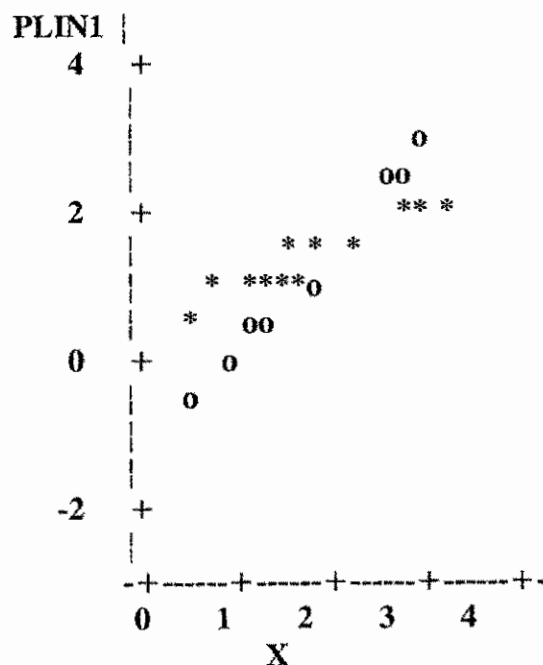
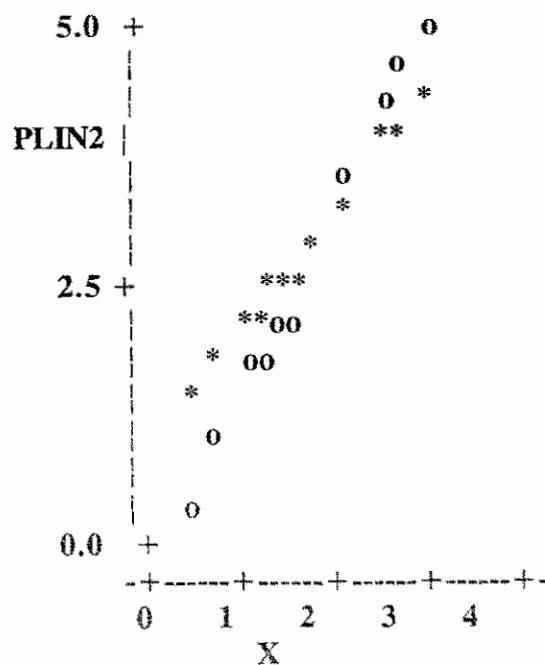


GRAFICO SOBREPUESTO DE LAS VARIABLES DE PREDICCIÓN CON FERTILIZANTE

Plot of PLIN2*X: Symbol used is * ; Plot of PLIN4*X: Symbol used is o



ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS PARA EL -AMBIENTE BUENO- DONDE $e > 2$

	OBS	X	ML	MLF	CCA	CCAF
	1	3.6	2.2	3.6	3.5	5.0
	2	3.2	2.2	3.7	2.0	4.7
	3	3.3	1.9	4.3	2.9	4.3
	4	2.1	1.2	3.2	0.4	3.5
	5	2.5	1.8	3.2	2.2	2.9

ESTADISTICAS DESCRIPTIVAS PARA LA VARIABLE ML

Analysis variable : ML

NObs	N	Mean	Std Error	CV	T
5	5	1.86	0.18	22.04	10.15

ESTADISTICAS DESCRIPTIVAS PARA LA VARIABLE MLF

Analysis variable : MLF

NObs	N	Mean	Std Error	CV	T
5	5	3.60	0.20	12.58	17.78

ESTADISTICAS DESCRIPTIVAS PARA LA VARIABLE CCA

Analysis variable : CCA

NObs	N	Mean	Std Error	CV	T
5	5	2.20	0.52	53.11	4.21

ESTADISTICAS DESCRIPTIVAS PARA LA VARIABLE CCAF

Analysis variable : MLF

NObs	N	Mean	Std Error	CV	T
5	5	3.60	0.20	12.58	17.78

De esta forma el PROGRAMA SAS elaborado para ensayos de validación tecnológica permite obtener de manera automatizada y al mismo tiempo, los siguientes resultados:

- 1 ► La función de regresión para cada alternativa tecnológica.
- 2 ► El gráfico correspondiente a cada una de ellas; así como, las gráficas sobrepuestas.
- 3 ► El error standard y media aritmética para cada una de ellas, en "el ambiente bueno ($e > 2$)"; esto permite calcular con gran sencillez los Intervalos de Confianza correspondientes.

Si se quiere, el ejemplo puede aplicarse fácilmente para "el ambiente pobre ($e < 2$)".

Observe en la hoja de resultados SAS, que en todos los casos el valor de R^2 indica un ajuste muy bueno. Parecería que los materiales responden de manera diferente al ambiente, dado que el material local es superior en los ambientes "pobres" mientras que el material mejorado es superior en los ambientes "buenos". Ambas variedades, sin embargo, responden favorablemente al fertilizante, tanto en los ambientes buenos como en los malos o pobres. El análisis proporciona evidencia de que las fincas son parte de dos dominios de recomendación. Esta evidencia merece más estudio.

En los ambientes pobres ($e < 2$) es decir, aquellas fincas que normalmente no producen más de 1.5 t/ha del maíz local sin fertilizante (la tecnología tradicional), el material local es superior, sin importar si el agricultor fertiliza, o no, usando la dosis usada en el ensayo. Sin embargo, donde el maíz local sin fertilizar rinde más de 1.5 t/ha (mejor ambiente para maíz, $e > 2$), el nuevo material será superior, ya sea fertilizado con la dosis usada en el ensayo, o no fertilizado, (Hildebrand & Poey, 1989).

8.2.3. Distribución de los Intervalos de Confianza

Del estudio del Análisis de Estabilidad Modificado del ensayo de validación antes analizado, se desprende que existen dos dominios de recomendación en relación con el uso de variedades de maíz. Un método que permite profundizar el análisis de los datos, y que contribuye a hacer recomendaciones específicas, es el uso de la distribución de Intervalos de Confianza de las tecnologías, dentro de cada partición del dominio de recomendación. En este caso hay nueve fincas en el ambiente "pobre" ($e < 2$) y cinco en el ambiente "bueno" ($e > 2$).

El Intervalo de Confianza para un determinado nivel de confianza $t\alpha$, se calcula de la siguiente manera:

$$Y \pm t_{\alpha} S_y$$

donde:

-

Y = rendimiento promedio del tratamiento

α = nivel de confianza

S_y = error standard

t_{α} = valor de "t" (en tablas).

El programa SAS desarrollado, "lee" la base de datos para el ambiente "bueno" con los rendimientos para cada alternativa. Inmediatamente después, el programa genera automáticamente las estadísticas descriptivas para cada alternativa tecnológica. De ahí que, resultará muy sencillo tomar la media aritmética y el error standard correspondiente, para el rango de probabilidad que el usuario desee.

Para ejemplificar, asuma los valores del rendimiento para la alternativa maíz local sin fertilizar (ML), ellos son: 2.2, 2.2, 1.9, 1.2, 1.8. Los indicadores estadísticos que se necesitan para calcular el Intervalo de Confianza son: a) La media = 1.860 y b) El error standard = 0.182. Así que, el Intervalo de Confianza para un determinado nivel de α es:

$$1.86 \pm t_{\alpha} (0.182)$$

Los siguientes valores para $n = 4$ grados de libertad se obtienen de una tabla de "t" de "dos colas".

Grados de libertad	Probabilidad de un valor mayor (α)					
	0.50	0.40	0.20	0.10	0.05	0.01
4	0.741	0.941	1.533	2.132	2.776	4.604

Entonces, el intervalo de confianza para el 50% es:

$$1.86 \pm 0.741 (0.182) = 1.86 \pm 0.14$$

o sea, 1.72 a 2.00 t/ha.

El intervalo para el 90% será:

$$1.86 + 2.132 (0.182) = 1.86 + 0.39$$

o sea, 1.47 a 2.25 t/ha.

Este último valor significa que un agricultor en este ambiente, o en este dominio de recomendación, puede esperar un rendimiento, usando la variedad local sin fertilizar, de entre 1.47 y 2.25 t/ha en el 90% de las veces.

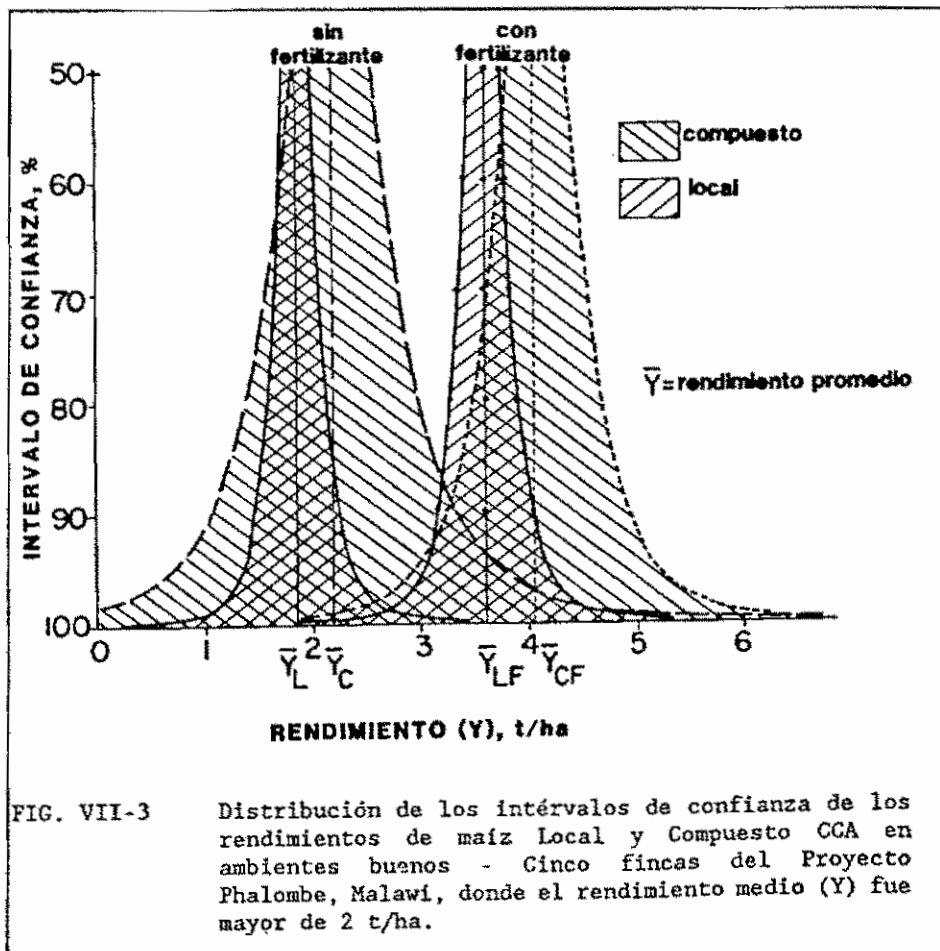
Aplicando la fórmula desarrollada en hoja de cálculo electrónica por Pedroza (1995c), fácilmente pueden generarse los cálculos para varios intervalos, para cada valor de probabilidad α .

Cuadro 5. Cálculo del Intervalo de Confianza para la variable ML, con media = 1.86 y stderr = 0.182 para $\alpha = 0.50; 0.40; 0.20; 0.10; 0.05; 0.01$ con 4 grados de libertad.

PROBABILIDAD (α)	MEDIA	STDERR	t (α)	LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR
0.50	1.86	0.182	0.741	1.99560	1.72439
0.40	1.86	0.182	0.941	2.03220	1.68779
0.20	1.86	0.182	1.533	2.14053	1.57946
0.10	1.86	0.182	2.132	2.25015	1.46984
0.05	1.86	0.182	2.776	2.36800	1.35199
0.01	1.86	0.182	4.604	2.70253	1.01746

Con los valores de intervalo de confianza, obtenidos de forma automatizada, pueden graficarse curvas como las de la figura 6. De esta manera, pueden ser comparadas dos o más tecnologías.

En la figura 6, se ve que en los buenos ambientes, cuando las variedades no son fertilizadas, la variedad local es mucho más estable que la mejorada. Aunque hay potencial para un rendimiento más alto usando el compuesto, el riesgo de rendimientos muy bajos puede ser mayor que lo que los agricultores están dispuestos a aceptar. Sin embargo, si un productor en el mejor ambiente fertiliza, la preferencia sería en favor del compuesto. Con cualquiera de las variedades, la fertilización representa una tecnología superior, (Hildebrand & Poey, 1989). De la misma manera, puede procederse para el caso de las fincas en el "ambiente pobre".



CAPITULO 9. GUIA DE LABORATORIO DEL SISTEMA DE ANALISIS ESTADISTICO

9.1. SESION DE LABORATORIO No. 1: CONOCIENDO EL SISTEMA DE ANALISIS ESTADISTICO -SAS-

SESION INAUGURAL

Curso de Profesionalización

Instructor : Dr. Henry Pedroza

Duración : __ horas

Fecha : _____

Hora : _____

Lugar : Centro de Cómputo

PROGRAMA INAUGURAL

- I. Palabras de Inaguración
- II. Actividades Docentes

No.	HORARIO	ACTIVIDADES DOCENTES	LOCAL
1	1:00 - 5:00 P.M.	1. Introducción 2. Flujo de relaciones e instrumentos para el análisis apropiado de la información. 3. Notas Introductorias al Sistema de Análisis Estadístico (SAS) 4. Manejo de Bases de Datos Numéricas. 5. Sesión de laboratorio No. 1 sobre elementos introductorios al SAS.	Aula__

SESION DE LABORATORIO No. 1

Instructor: Dr. Henry Pedroza

CONOCIENDO EL SISTEMA DE ANALISIS ESTADISTICO SAS

I. Familiarizándose con el Sistema de Análisis Estadístico SAS.

1. Para entrar al paquete de programas computarizados SAS, desde el directorio raíz (C:\-) escriba la palabra SAS y oprima la tecla ENTER.
2. Observe detenidamente las tres ventanas que se muestran en la pantalla: **PROGRAM; LOG; OUTPUT.**
Cuál es la función de cada una de ellas ?.
Observe la ilustración que aparece en la página 190.
3. Desde la ventana **PROGRAM**, oprima la tecla **F5** varias veces, y observe el desplazamiento del cursor. **Que le sugiere esto ?.**
4. Desde la ventana **PROGRAM**, oprima la tecla **F7** una vez, y observe la pantalla del monitor. Oprima de nuevo **F7** una vez y observe la pantalla del monitor. **Cuál es la función de la tecla F7 ?.**
5. Desde la ventana **LOG**, repita el proceso del punto I.4.
6. Desde la ventana **OUTPUT**, repita el proceso del punto I.4.
♦ ♦ Observe la ilustración que aparece en las páginas 191, 192, y 193.

II. Cargando un Programa SAS

1. Desde la ventana **PROGRAM**, oprima la tecla **HOME**.
2. Escriba el comando **INCLUDE 'A:\PROGSAS\IDCA.SAS'**
Cuál es la función del comando INCLUDE?.
3. Estudie detenidamente la sintaxis del comando **INCLUDE**.

III. Corriendo un Programa SAS

1. Desde la ventana **PROGRAM**, modifique el Path o ruta de acceso, del programa "cargado" anteriormente; esto le indica al SAS, **Dónde está y cuál es la base de datos que Ud. importará ?**. Para ello modifique la declaración INFILE, escriba:

'A:\DATOS\DCA.PRN';

2. Corra el programa modificado, oprimiendo la tecla **F10**. Observe la pantalla del monitor. **Cuál es la función de la tecla F10 ?**

Nota: El programa **DCA.SAS** puede observarlo en la **página 102** del instructivo del SAS.

IV. Hojeando la hoja de resultados SAS

1. Oprima la tecla **F5** para ir a la ventana de salida **OUTPUT**.
2. Oprima la tecla **Pg-Down** para "avanzar" e ir "hojeando la hoja de resultados" SAS. Debe oprimir la tecla **Pg-Up** para "regresar" a página "anterior".
3. Observe detenidamente el formato que usa el SAS para presentarle los resultados del análisis estadístico.
4. Repita el proceso establecido en los puntos **IV.1; IV.2, y IV.3** pero aplíquelo para la ventana **LOG**.

V. Archivando la hoja de resultados SAS

1. Posicione el cursor en el punto inicial de la ventana **OUTPUT** (presione la tecla Home).
2. Use el comando **FILE** para archivar la hoja de resultados SAS. Escriba:

FILE 'A:\NOMBRE.EXT'

3. Desde la ventana **OUTPUT** use el comando **CTRL+X** para ir al **Sistema Operativo**. Desde el DOS teclee un **DIR**. **Observa el archivo creado ?**. Vuelva al SAS, tecleando la palabra **EXIT**.

VI. Usando el comando CARDS para editar los datos dentro del programa SAS

1. Limpie cada una de las ventanas SAS, usando el comando ALT+E.
2. Posicione el cursor en el punto inicial de la ventana PROGRAM (presione la tecla Home).
3. En la línea de comandos 00001, empiece a escribir el programa que aparece en la página 100 del instructivo del SAS. Copie todo el programa incluyendo las tres columnas de datos.
4. Desde el punto inicial (HOME) de la ventana PROGRAM, presione la tecla F10, para correr el programa antes editado.
5. Repita ordenadamente cada uno de los pasos del punto V de esta Guía.
6. Que diferencia fundamental encuentra Usted entre el programa que corrió según las indicaciones de punto III, y el del punto VI ?.

VII. Saliendo del SAS

1. Limpie cada una de las ventanas SAS, usando el comando ALT+E.
2. Posicione el cursor en el punto inicial de la ventana PROGRAM (presione la tecla Home).
3. Escriba el comando BYE y oprima la tecla ENTER, para salir del SAS.

OUTPUT

VENTANA DE SALIDA: REPORTE SAS

LOG

VENTANA DE PROCEDIMIENTOS LOGICOS DEL SAS

PROGRAM EDITOR

COMMAND ➡

00001

00002

00003 **VENTANA DE PROGRAMACION**

-
-
-

OUTPUT

USAR EL COMANDO FILE 'A:_____RPT'

**VENTANA DE SALIDA:
REPORTE SAS**

LOG

VENTANA: PROCEDIMIENTOS LOGICOS DEL SAS

**HACE UNA DESCRIPCION DE LOS
ERRORES OCURRIDOS DURANTE
LA EJECUCION DEL PROGRAMA**

-
-
-
-

**EXPLICA LOS PROCEDIMIENTOS
EJECUTADOS POR EL SISTEMA**

-
-
-

SAS

-
-
-

PROGRAM EDITOR

COMMAND ==> USAR EL COMANDO INCLUDE 'A:_____SAS'

00001

00002

00003

00004

00005 VENTANA DE PROGRAMACION

00006

00007

00008

00009

00010

00011

00012

00013

00014

00015

00016

00017

00018

00019

00020

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

9.2. SESION DE LABORATORIO No. 2: DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR

Curso de Profesionalización

Instructor : Dr. Henry Pedroza

Duración : __ horas

Fecha : _____

Hora : _____

Lugar : Centro de Cómputo

No.	HORARIO	ACTIVIDADES DOCENTES	LOCAL
1 2	8:30 - 9:00 A.M. 9:00 - 12:00 M. 1:00 - 4:00 P.M.	1. Orientaciones metodológicas. 2. Sesión de laboratorio No. 2 a) Creación de base de datos numéricos en formato ASCII. b) Transformaciones de datos numéricos. c) Importación y uso de programa DCA standard con base de datos ya creada. d) Modificación de programa SAS standard usando los comandos INSERT/COPY/DELETE e) Correr el programa modificado con base de datos transformados. f) Archivando la hoja de resultados SAS. g) Archivando el programa SAS personalizado	Centro de Cómputo
3	4:00 - 5:00 P.M.	3. Lógica investigación y experimento. 4. Elementos estructurales del experimento de campo. 5. Interpretación de la hoja de resultados SAS.	Aula ____

SESION DE LABORATORIO No. 2

Instructor: Dr. Henry Pedroza

DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR

I. Creación de bases de datos numéricas en formatos ASCII.

1. Use Lotus 123 para crear la base de datos que aparece en la página 100 del texto SAS.
 - a. Denomine la primera columna como **TRAT.**
 - b. Denomine la segunda columna como **OBS.**
 - c. Denomine la tercera columna como **REN.**
2. Para crear archivos ASCII, use los comandos que aparecen descritos en la "Guía Rápida para usar Lotus 123". El archivo creado salvelo en

A:\DATOS\DCA234

Nota: El PRN se genera automáticamente.

II. Transformaciones de datos numéricos, recuerde usar las funciones de Lotus 123 que aparecen en la guía.

1. Tome como punto de partida la base de datos creada en el punto I.
 - a. Denomine la cuarta columna como **REN22.**
 - b. Denomine la quinta columna como **REN33.**
 - c. Denomine la sexta columna como **REN44.**
 - d. Debajo del **ROTULO REN22**, ejecute la transformación \sqrt{Y} . Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna **REN22** de fórmulas a valores.
 - e. Debajo del **ROTULO REN33**, ejecute la transformación $\sqrt{Y+0.5}$. Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna **REN33** de fórmulas a valores.

- f. Debajo del **ROTULO REN44**, ejecute la transformación $\sqrt{\log Y + 1}$. Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna **REN44** de fórmulas a valores.
2. Para crear archivos ASCII, use los comandos que aparecen descritos en la "Guía Rápida de Lotus 123". El archivo creado salvelo en

A:\DATOS\DCA234

Nota: El PRN se genera automáticamente.

III. Importación y uso del programa standard DCA, con base de datos ya creada.

1. Entre al programa SAS.
2. Ubíquese al inicio (home) de la ventana **PROGRAM**, y escriba el comando

INCLUDE 'A:\PROGSAS\DCA.SAS'

3. Modifique las especificaciones del comando **INFILE**, para decirle a SAS la base de datos que Ud. importará.
4. Corra el programa con **F10**.
5. Observe en la ventana **-OUTPUT-** la hoja de resultados.
6. Observe en la ventana **-LOG-** los procedimientos SAS ejecutados.

IV. Modificación de Programa SAS Standard, usando los comandos **INSERT \ COPY y **DELETE**.**

Desde la ventana **-PROGRAM-**.

1. Use el comando **RECALL** (con **F9**), para llamar el programa que usó anteriormente, para el ejercicio del punto III.
2. Use el comando **INSERT**, para insertar las líneas de programación que sean necesarias.

3. Use el comando COPY para copiar un bloque de declaraciones SAS que inicie en PROC PRINT; y termine en ...ALPHA = 0.01;
4. Repita el procedimiento inmediato anterior dos veces más.
5. Use el comando DELETE, si fuera necesario, para compactar el nuevo programa estructurado.
6. En el primer bloque de declaraciones SAS copiadas modifique la declaración MODEL. Sustituya REN por REN22. Realice sólo la prueba SNK para alpha 10%
7. En el segundo bloque de declaraciones SAS copiadas, modifique la declaración MODEL. Sustituya REN por REN 33. Realice sólo la prueba TUKEY para alpha 5%.
8. En el tercer bloque de declaraciones SAS copiadas, modifique la declaración MODEL. Sustituya REN por REN 44. Realice sólo la prueba DUNCAN para alpha 1%.
9. Antes de correr el programa, verifique si Ud. ya ha declarado correctamente al SAS:

Qué variables? y En que orden? se van a leer.

Para ello modifique la declaración INPUT. Escriba:

INPUT TRAT OBS REN REN22 REN33 REN44;

V. Correr el programa modificado con base de datos transformados.

1. Antes de correr el programa, verifique si Ud. ya ha declarado correctamente al SAS, el PATH correspondiente a la base de datos que se leerá. Para ello modifique la declaración INFILE.

INFILE 'A:\DATOS\DCA234.PRN';

2. Corra el programa con F10

VI. Archivando la hoja de resultados en un editor de textos.

1. Después de correr el programa según el punto V oprima F5, para trasladarse a la ventana OUTPUT. Oprima F7 (ZOOM), para ver mejor la hoja de salida. Use las teclas Pg Up y/o Pg Down.
2. Use el comando CTRL+X para ir al Sistema Operativo (DOS), luego use el comando MD RESULT, para crear un directorio donde Ud. guardará sus resultados.
3. Desde el (home) de la ventana OUTPUT salve su hoja de resultados. Para ello use:

FILE 'A:\RESULT\DCA234.RPT'

VII. Archivando su programa SAS ahora personalizado.

1. Ubíquese al inicio (home) de la ventana PROGRAM. Para salvar su programa SAS, escriba

FILE 'A:\PROGSAS\DCA.PRG'

2. Limpie la ventana PROGRAM y salga del SAS.

VIII. Elaboración del reporte final, por ejemplo, con el editor WP 5.1.

Desde el editor de textos, elabore el reporte final correspondiente.

9.3. SESION DE LABORATORIO No. 3: DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR

Curso de Profesionalización

Instructor : Dr. Henry Pedroza

Duración : __ horas

Fecha : _____

Hora : _____

Lugar : Centro de Cómputo

No.	HORARIO	ACTIVIDADES DOCENTES	LOCAL
1 2	8:30 - 9:00 A.M. 9:00 - 12:00 M. 1:00 - 4:00 P.M.	1. Orientaciones metodológicas. 2. Sesión de laboratorio No. 3 a) Creación de base de datos numéricos en formato ASCII. b) Transformaciones de datos numéricos. c) Importación y uso de programa BCA standard con base de datos ya creada. d) Modificación de programa SAS standard usando los comandos INSERT/COPY/DELETE e) Correr el programa modificado con base de datos transformados. f) Archivando la hoja de resultados SAS. g) Archivando el programa SAS personalizado	Centro de Cómputo
3	4:00 - 5:00 P.M.	3. Fundamentos del ANDEVA 4. Técnicas de Separación de Medias y Contrastes Ortogonales	Aula ____

SESION DE LABORATORIO No. 3

Instructor: Dr. Henry Pedroza

DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR

I. Creación de bases de datos numéricas en formatos ASCII.

1. Use Lotus 123 para crear la base de datos que aparece en la página 108 del texto SAS.
 - a. Denomine la primera columna como TRAT
 - b. Denomine la segunda columna como BLOQUE
 - c. Denomine la tercera columna como REN
2. Para crear archivos ASCII, use los comandos que aparecen descritos en la "Guía Rápida para usar Lotus 123". El archivo creado salvelo en

A:\DATOS\BCA234

Nota: El PRN se genera automáticamente.

II. Transformaciones de datos numéricos, recuerde usar las funciones de Lotus 123 que aparecen en la guía.

1. Tome como punto de partida la base de datos creada en el punto I.
 - a. Denomine la cuarta columna como REN22.
 - b. Denomine la quinta columna como REN33.
 - c. Denomine la sexta columna como REN44.
 - d. Debajo del ROTULO REN22, ejecute la transformación \sqrt{Y} . Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna REN22 de fórmulas a valores.
 - e. Debajo del ROTULO REN33, ejecute la transformación $\sqrt{Y+0.5}$. Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna REN33 de fórmulas a valores.
 - f. Debajo del ROTULO REN44, ejecute la transformación $\sqrt{\log Y+1}$. Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna REN44 de fórmulas a valores.

2. Para crear archivos ASCII, use los comandos que aparecen descritos en la "Guía Rápida de Lotus 123". El archivo creado salvelo en

A:\DATOS\BCA234

Nota: El PRN se genera automáticamente.

III. Importación y uso del programa standard BCA, con base de datos ya creada.

1. Entre al programa SAS.
2. Ubíquese al inicio de la ventana PROGRAM, y escriba el comando

INCLUDE 'A:\PROGSAS\BCA.SAS'

3. **Modifique las especificaciones del comando INFILE, para decirle a SAS la base de datos que Ud. importará.**
4. Corra el programa con F10.
5. Observe en la ventana -OUTPUT- la hoja de resultados.
6. Observe en la ventana -LOG- los procedimientos SAS ejecutados.

IV. Modificación de Programa SAS Standard, usando los comandos INSERT, COPY y DELETE

Desde la ventana -PROGRAM-

1. Use el comando RECALL (con F9), para llamar el programa que usó anteriormente para el ejercicio del punto III.
2. Use el comando INSERT, para insertar las líneas de programación que sean necesarias.
3. Use el comando COPY para copiar un bloque de declaraciones SAS que inicie en PROC PRINT; y termine en ...ALPHA = 0.01;
4. Repita el procedimiento inmediato anterior dos veces más.
5. Use el comando DELETE, si fuera necesario, para compactar el nuevo programa estructurado.

6. En el primer bloque de declaraciones SAS copiadas, modifique la declaración MODEL. Sustituya REN por REN22. Realice sólo la prueba SNK para alpha 10%
7. En el segundo bloque de declaraciones SAS copiadas, modifique la declaración MODEL. Sustituya REN por REN 33. Realice sólo la prueba TUKEY para alpha 5%.
8. En el tercer bloque de declaraciones SAS copiadas, modifique la declaración MODEL. Sustituya REN por REN 44. Realice sólo la prueba DUNCAN para alpha 1%
9. Antes de correr el programa, verifique si Ud. ya ha declarado correctamente al SAS:

Qué variables? y En que orden? se van a leer.

Para ello modifique la declaración INPUT. Escriba:

INPUT TRAT BLOQUE REN REN22 REN33 REN44;

V. Correr el programa modificado con base de datos transformados.

1. Antes de correr el programa, verifique si Ud. ya ha declarado correctamente al SAS, el PATH correspondiente a la base de datos que se leerá. Para ello escriba la declaración INFILE.

INFILE 'A:\DATOS\BCA234.PRN';

2. Corra el programa con F10

VI. Archivando la hoja de resultados SAS.

1. Después de correr el programa según el punto V, oprima F5 para trasladarse a la ventana OUTPUT. Oprima F7 (ZOOM), para ver mejor la hoja de salida. Use las teclas Pg Up y/o Pg Down
2. Ubíquese al inicio (home) de la ventana OUTPUT, y salve su hoja de resultados. Escriba:

FILE 'A:\RESULT\BCA234.RPT'

VII. Archivando su programa SAS ahora personalizado.

1. Ubíquese al inicio (home) de la ventana PROGRAM. Para salvar su programa SAS, escriba

FILE 'A:\PROGSAS\BCA.PRG'

2. Limpie la ventana PROGRAM y salga del SAS.

VIII. Elaboración del reporte final, por ejemplo, con el editor WP 5.1.

Desde el editor de textos elabore el reporte final correspondiente.

9.4. SESION DE LABORATORIO No. 4: TECNICAS DE SEPARACION DE MEDIAS Y CONTRASTES ORTOGONALES

Curso de Profesionalización

Instructor : Dr. Henry Pedroza

Duración : __ horas

Fecha : _____

Hora : _____

Lugar : Centro de Cómputo

No.	HORARIO	ACTIVIDADES DOCENTES	LOCAL
1 2	8:30 - 9:00 A.M. 9:00 - 12:00 M. 1:00 - 4:00 P.M.	1. Orientaciones metodológicas. 2. Sesión de laboratorio No. 4 a) Creación de base de datos numéricos en formato ASCII. b) Transformaciones de datos numéricos. c) Importación y uso de programa standard para Contrastes Ortogonales, con base de datos ya creada. d) Modificación de programa SAS standard usando los comandos INSERT/DELETE e) Correr el programa modificado con base de datos transformados. f) Archivando la hoja de resultados SAS. g) Archivando el programa SAS personalizado	Centro de Cómputo
3	4:00 - 5:00 P.M	3. Fundamentos del ANDEVA 4. Técnicas de Separación de Medias y Contrastes Ortogonales.	Aula ____

SESION DE LABORATORIO No. 4

Instructor: Dr. Henry Pedroza

TECNICAS DE SEPARACION DE MEDIAS Y CONTRASTES ORTOGONALES

I. Creación de bases de datos numéricas en formatos ASCII.

1. Use Lotus 123 para crear la base de datos que aparece en la página 123 del texto SAS.
 - a. Denomine la primera columna como TRAT
 - b. Denomine la segunda columna como REP
 - c. Denomine la tercera columna como REN
2. Para crear archivos ASCII, use los comandos que aparecen descritos en la "Guía Rápida para usar Lotus 123". El archivo creado salvelo en

A:\DATOS\CONTR234

Nota: El PRN se genera automáticamente.

II. Transformaciones de datos numéricos, recuerde usar las funciones de Lotus 123 que aparecen en la guía.

1. Tome como punto de partida la base de datos creada en el punto I.
 - a. Denomine la cuarta columna como REN22.
 - b. Denomine la quinta columna como REN33.
 - c. Denomine la sexta columna como REN44.
 - d. Debajo del ROTULO REN22, ejecute la transformación \sqrt{Y} . Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna REN22 de fórmulas a valores.
 - e. Debajo del ROTULO REN33, ejecute la transformación $\sqrt{Y+0.5}$. Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna REN33 de fórmulas a valores.
 - f. Debajo del ROTULO REN44, ejecute la transformación $\sqrt{\log Y+1}$. Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna REN44 de fórmulas a valores.

2. Para crear archivos ASCII, use los comandos que aparecen descritos en la "Guía Rápida de Lotus 123". El archivo creado salvelo en

A:\DATOS\CONTR234

Nota: El PRN se genera automáticamente.

III. Importación y uso del programa SAS standard CONTRAST.SAS, con base de datos ya creada.

1. Entre al programa SAS.
2. Ubíquese al inicio (home) de la ventana PROGRAM, y escriba el comando

INCLUDE 'A:\PROGSAS\CONTRAST.SAS'

3. **Modifique las especificaciones del comando INFILE, para decirle a SAS la base de datos que Ud. importará.**
4. Corra el programa con F10.
5. Observe en la ventana -OUTPUT- la hoja de resultados.
6. Observe en la ventana -LOG- los procedimientos SAS ejecutados.

IV. Modificación de Programa SAS Standard, usando los comandos INSERT\DELETE

Desde la ventana -PROGRAM-.

1. Use el comando RECALL (con F9), para llamar el programa que usó anteriormente, para el ejercicio del punto III.
2. Use el comando INSERT, para insertar las líneas de programación que sean necesarias.
3. Después de la última declaración CONTRAST, escriba una declaración SAS para realizar la prueba de Duncan, use $\alpha = 0.05$. Escriba otra declaración SAS para realizar la prueba de SNK, use $\alpha = 0.01$. Finalmente escriba una declaración SAS para realizar la prueba de Tukey, use $\alpha = 0.10$.
4. Use el comando DELETE, si fuera necesario, para compactar el nuevo programa estructurado.

5. Antes de correr el programa verifique si Ud. ya ha declarado correctamente al SAS:

Qué variables? y En que orden? se van a leer.

Para ello modifique la declaración INPUT, use:

INPUT TRAT REP REN REN22 REN33 REN44;

V. Correr el programa modificado con base de datos transformados.

1. Antes de correr el programa verifique si Ud. ya ha declarado correctamente al SAS, el PATH correspondiente a la base de datos que se leerá.

Para ello escriba la siguiente declaración INFILE

INFILE 'A:\DATOS\CONTR234.PRN';

2. Corra el programa con F10

VI. Archivando la hoja de resultados SAS

1. Después de correr el programa según el punto V, oprima F5 para trasladarse a la ventana OUTPUT. Oprima F7 (ZOOM), para ver mejor la hoja de salida.
2. Mediante una pequeña sesión de grupo (Bilateral), realice un análisis comparativo de ventajas y desventajas del análisis estadístico por Contrastes Ortogonales y por Separación de Rangos Múltiples (30 min)
3. Ubíquese al inicio (home) de la ventana OUTPUT, y salve su hoja de resultados. Escriba

FILE 'A:\RESULT\CONTR234.RPT'

VII. Archivando su programa SAS ahora personalizado.

1. Ubíquese al inicio (home) de la ventana PROGRAM. Para salvar su programa SAS, escriba el comando

FILE 'A:\PROGSAS\CONTRAST.PRG'

2. Limpie la ventana PROGRAM y salga de SAS.

VIII. Elaboración del reporte final con un editor de textos.

Desde el editor de textos elabore el reporte final correspondiente.

9.5. SESION DE LABORATORIO No. 5: CONTRASTES ORTOGONALES PARA EXPERIMENTOS FACTORIALES

Curso de Profesionalización

Instructor : Dr. Henry Pedroza

Duración : _ horas

Fecha : _____

Hora : _____

Lugar : Centro de Cómputo

No.	HORARIO	ACTIVIDADES DOCENTES	LOCAL
1 2	8:30 - 9:00 A.M. 9:00 - 12:00 M. 1:00 - 4:00 P.M.	1. Orientaciones metodológicas. 2. Sesión de laboratorio No. 5 a) Creación de base de datos numéricos en formato ASCII. b) Transformaciones de datos numéricos. c) Importación y uso de programa standard para Contrastes Ortogonales, con base de datos ya creada. d) Modificación de programa SAS standard usando los comandos INSERT/DELETE e) Correr el programa modificado con base de datos transformados. f) Archivando la hoja de resultados SAS. g) Archivando el programa SAS personalizado	Centro de Cómputo
3	4:00 - 5:00 P.M.	3. Técnicas de Separación de Medias y Contrastes Ortogonales 4. Planificación del Experimento de Campo	Aula ____

SESION DE LABORATORIO No. 5

Instructor: Dr. Henry Pedroza

CONTRASTES ORTOGONALES PARA EXPERIMENTOS FACTORIALES

I. Creación de bases de datos numéricas en formatos ASCII.

1. Use Lotus 123 para crear la base de datos que aparece en la página 128 del texto SAS.
 - a. Denomine la primera columna como TRAT
 - b. Denomine la segunda columna como REP
 - c. Denomine la tercera columna como REN
2. Para crear archivos ASCII, use los comandos que aparecen descritos en la "Guía Rápida para usar Lotus 123". El archivo creado salvelo en

A:\DATOS\CONTRBIF

Nota: El PRN se genera automáticamente.

II. Transformaciones de datos numéricos, recuerde usar las funciones de Lotus 123 que aparecen en la guía.

1. Tome como punto de partida la base de datos creada en el punto I.
 - a. Denomine la cuarta columna como REN22.
 - b. Denomine la quinta columna como REN33.
 - c. Denomine la sexta columna como REN44.
 - d. Debajo del ROTULO REN22, ejecute la transformación \sqrt{Y} . Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna REN22 de fórmulas a valores.
 - e. Debajo del ROTULO REN33, ejecute la transformación $\sqrt{Y+0.5}$. Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna REN33 de fórmulas a valores.
 - f. Debajo del ROTULO REN44, ejecute la transformación $\sqrt{\log Y+1}$. Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna REN44 de fórmulas a valores.
2. Para crear archivos ASCII, use los comandos que aparecen descritos en la "Guía Rápida de Lotus 123". El archivo creado salvelo en

A:\DATOS\CONTRBIF

Nota: El PRN se genera automáticamente.

III. Importación y uso del programa SAS standard CONTRBIF.SAS, con Base de Datos ya creada.

1. Entre al programa SAS.
2. Ubíquese al inicio (home) de la ventana PROGRAM y escriba el comando

INCLUDE 'A:\PROGSAS\CONTRBIF.SAS'

3. **Modifique las especificaciones del comando INFILE, para decirle a SAS la base de datos que Ud. importará.**
4. Corra el programa con F10.
5. Observe en la ventana -OUTPUT- la hoja de resultados.
6. Observe en la ventana -LOG- los procedimientos SAS ejecutados.

IV. Modificación de Programa SAS Standard, usando los comandos INSERT/DELETE

Desde la ventana -PROGRAM-.

1. Use el RECALL (con F9), para llamar el programa que usó anteriormente para el ejercicio del punto III.
2. Use el comando INSERT, para insertar las líneas de programación que sean necesarias.
3. Después de la última declaración CONTRAST, escriba una declaración SAS para realizar la prueba de Duncan, use $\alpha = 0.05$. Escriba otra declaración SAS para realizar la prueba de SNK, use $\alpha = 0.01$. Finalmente escriba una declaración SAS para realizar la prueba de Tukey, use $\alpha = 0.10$.
4. Use el comando DELETE, si fuera necesario, para compactar el nuevo programa estructurado.
5. Antes de correr el programa verifique si Ud. ya ha declarado correctamente al SAS:

Qué variables? y En que orden? se van a leer.

Para ello modifique la declaración INPUT, use:

INPUT TRAT REP REN REN22 REN33 REN44;

V. Correr el programa modificado con base de datos transformados.

1. Antes de correr el programa verifique si Ud. ya ha declarado correctamente al SAS, el PATH correspondiente a la base de datos que se leerá. Para ello escriba la declaración **INFILE**.

INFILE 'A:\DATOS\CONTRBIF.PRN';

2. Corra el programa con **F10**

VI. Archivando la hoja de resultados SAS.

1. Después de correr el programa según el punto V, oprima **F5** para trasladarse a la ventana **OUTPUT**. Oprima **F7 (ZOOM)**, para ver mejor la hoja de salida.
2. Mediante una pequeña sesión de grupo (Bilateral), realiza un análisis comparativo de las ventajas y desventajas del análisis estadístico por Contrastes Ortogonales y por Separación de Rangos Múltiples (30 min.)
3. Ubíquese al inicio (home) de la ventana **OUTPUT** y salve su hoja de resultados. Para ello escriba

FILE 'A:\RESULT\CONTRBIF.RPT'

VII. Archivando su programa SAS ahora personalizado.

1. Ubíquese al inicio (home) de la ventana **PROGRAM**. Para salvar su programa SAS, escriba el comando

FILE 'A:\PROGSAS\CONTRBIF.PRG'

2. Limpie la ventana **PROGRAM** y salga de SAS.

VIII. Elaboración del reporte final mediante un editor de textos.

Desde el editor de textos elabore el reporte final correspondiente.

**9.6. SESION DE LABORATORIO No. 6:
ANALISIS BIFACTORIAL EN DCA Y REGRESION LINEAL
PARA EL FACTOR A Y B**

Curso de Profesionalización

Instructor : Dr. Henry Pedroza

Duración : _ horas

Fecha : _____

Hora : _____

Lugar : Centro de Cómputo

No.	HORARIO	ACTIVIDADES DOCENTES	LOCAL
1	8:30 - 9:00 A.M.	1. Orientaciones metodológicas.	Centro de Cómputo
2	9:00 - 12:00 M.	2. Sesión de laboratorio No. 6	
	1:00 - 5:00 P.M.	a) Creación de base de datos numéricos en formato ASCII.	
		b) Transformaciones de datos numéricos.	
		c) Importación y uso de programa standard para un Bifactorial en D.C.A..	
		d) Modificación de programa SAS standard usando los comandos INSERT/DELETE	
		e) Correr el programa modificado con base de datos transformados.	
		f) Archivando la hoja de resultados SAS.	
		g) Archivando el programa SAS personalizado.	

SESION DE LABORATORIO No. 6

Instructor: Dr. Henry Pedroza

ANALISIS BIFACTORIAL EN DCA Y REGRESION LINEAL PARA EL FACTOR A Y B

I. Creación de bases de datos numéricas en formatos ASCII.

1. Use Lotus 123 para crear la base de datos que aparece en la página 133 del texto SAS.
 - a. Denomine la primera columna como **FACTOR A**
 - b. Denomine la segunda columna como **FACTOR B**
 - c. Denomine la tercera columna como **REP**
 - d. Denomine la cuarta columna como **REN**
2. Para crear archivos ASCII, use los comandos que aparecen descritos en la "Guía Rápida para usar Lotus 123". El archivo creado salvelo en

A:\DATOS\BIFDCA34

Nota: El PRN se genera automáticamente.

II. Transformaciones de datos numéricos, recuerde usar las funciones de Lotus 123 que aparecen en la guía.

1. Tome como punto de partida la base de datos cerada en el punto I.
 - a. Denomine la quinta columna como **REN22**.
 - b. Denomine la sexta columna como **REN33**.
 - c. Denomine la septima columna como **REN44**.
 - d. Debajo del ROTULO REN22, ejecute la transformación \sqrt{Y} . Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna REN22 de fórmulas a valores.
 - e. Debajo del ROTULO REN33, ejecute la transformación $\sqrt{Y+0.5}$. Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna REN33 de fórmulas a valores.
 - f. Debajo del ROTULO REN44, ejecute la transformación $\sqrt{\log Y+1}$. Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna REN44 de fórmulas a valores.

2. Para crear archivos ASCII, use los comandos que aparecen descritos en la "Guía Rápida de Lotus 123". El archivo creado salvelo en

A:\DATOS\BIFDCA34

Nota: El PRN se genera automáticamente.

III. Importación y uso del programa SAS standard DCA_BIF.SAS, con Base de Datos ya creada.

1. Entre al programa SAS.
2. Ubíquese al inicio (home) de la ventana PROGRAM y escriba

INCLUDE 'A:\PROGSAS\DCA_BIF.SAS'

3. **Modifique las especificaciones del comando INFILE, para decirle a SAS la base de datos que Ud. importará.**
4. Realice la prueba de SNK con $\alpha=10\%$, para el factor A; el factor B; y la interacción AB.
5. Corra el programa con F10.
6. Observe en la ventana -OUTPUT- la hoja de resultados.
7. Observe en la ventana -LOG- los procedimientos SAS ejecutados.

IV. Modificación de Programa SAS Standard, usando los comandos INSERT/DELETE

Desde la ventana -PROGRAM-

1. Use el **RECALL** (con F9), para llamar el programa que usó anteriormente para el ejercicio del punto III.
2. Use el comando **INSERT**, para insertar las líneas de programación que sean necesarias. Además, use el comando **DELETE**, para borrar las líneas de programación que sean necesarias.
3. Después de la última declaración **MEANS**, escriba las declaraciones SAS para realizar la **regresión lineal para la variable REN33, en función del factor A.** Escriba las declaraciones

**PROC GLM;
MODEL REN33 = A;**

Finalmente escriba las declaraciones SAS para realizar la regresión lineal para la variable REN44, en función del factor B.

4. Use el comando DELETE, si fuera necesario, para compactar el nuevo programa estructurado.
5. Antes de correr el programa verifique si Ud. ya ha declarado correctamente al SAS:

Qué variables? y En que orden? se van a leer.

Para ello modifique la declaración INPUT. Escriba:

INPUT A B REP REN REN22 REN33 REN44;

V. Correr el programa modificado con base de datos transformados.

1. Antes de correr el programa verifique si Ud. ya ha declarado correctamente al SAS, el PATH correspondiente a la base de datos que se leerá. Para ello escriba la declaración INFILE.

INFILE 'A:\DATOS\BIFDCA34.PRN';

2. Corra el programa con F10

VI. Archivando la hoja de resultados SAS

1. Después de correr el programa según el punto V, oprima F5 para trasladarse a la ventana OUTPUT. Oprima F7 (ZOOM), para ver mejor la hoja de salida.
2. Mediante una pequeña sesión de grupo (Bilateral), realice un análisis detenido de los parámetros estadísticos correspondientes al Modelo de Regresión Lineal (30 min.)
3. Ubíquese al inicio (home) de la ventana OUTPUT, y salve su hoja de resultados. Escriba

FILE 'A:\RESULT\BIFDCA34.RPT'

VII. Archivando su programa SAS ahora personalizado.

1. Ubíquese al inicio (home) de la ventana PROGRAM. Para salvar su programa SAS, escriba el comando

FILE 'A:\PROGSAS\DCA_BIF.PRG'

2. Limpie la ventana PROGRAM y salga de SAS.

VIII. Elaboración del reporte final mediante un editor de textos.

Desde el editor de textos elabore el reporte final correspondiente.

**9.7. SESION DE LABORATORIO No. 7:
ANALISIS BIFACTORIAL EN B.C.A.
Y REGRESION CUADRATICA PARA A Y B**

Curso de Profesionalización

Instructor : Dr. Henry Pedroza

Duración : __ horas

Fecha : _____

Hora : _____

Lugar : Centro de Cómputo

VII. Archivando su programa SAS ahora personalizado.

1. Ubíquese al inicio (home) de la ventana PROGRAM. Para salvar su programa SAS, escriba el comando

FILE 'A:\PROGSAS\DCA_BIF.PRG'

2. Limpie la ventana PROGRAM y salga de SAS.

VIII. Elaboración del reporte final mediante un editor de textos.

Desde el editor de textos elabore el reporte final correspondiente.

**9.7. SESION DE LABORATORIO No. 7:
ANALISIS BIFACTORIAL EN B.C.A.
Y REGRESION CUADRATICA PARA A Y B**

Curso de Profesionalización

Instructor : Dr. Henry Pedroza

Duración : __ horas

Fecha : _____

Hora : _____

Lugar : Centro de Cómputo

SESION DE LABORATORIO No. 7

Instructor: Dr. Henry Pedroza

ANALISIS BIFACTORIAL EN B.C.A. Y REGRESION CUADRATICA PARA A Y B

I. Creación de bases de datos numéricas en formatos ASCII.

1. Use Lotus 123 para crear la base de datos que aparece en la página 141 del texto SAS.
 - a. Denomine la primera columna como **FACTOR A**
 - b. Denomine la segunda columna como **FACTOR B**
 - c. Denomine la tercera columna como **REP**
 - d. Denomine la cuarta columna como **REN**
2. Para crear archivos ASCII, use los comandos que aparecen descritos en la "Guía Rápida para usar Lotus 123". El archivo creado salvelo en

A:\DATOS\BIFBCA34

Nota: El PRN se genera automáticamente.

II. Transformaciones de datos numéricos, recuerde usar las funciones de Lotus 123 que aparecen en la guía.

1. Tome como punto de partida la base de datos creada en el punto I.
 - a. Denomine la quinta columna como **REN22**.
 - b. Denomine la sexta columna como **REN33**.
 - c. Denomine la septima columna como **REN44**.
 - d. Debajo del **ROTULO REN22**, ejecute la transformación \sqrt{Y} . Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna **REN22** de fórmulas a valores.
 - e. Debajo del **ROTULO REN33**, ejecute la transformación $\sqrt{Y+0.5}$. Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna **REN33** de fórmulas a valores.
 - f. Debajo del **ROTULO REN44**, ejecute la transformación $\sqrt{\log Y+1}$. Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna **REN44** de fórmulas a valores.

2. Para crear archivos ASCII, use los comandos que aparecen descritos en la "Guía Rápida de Lotus 123". El archivo creado salvelo en

A:\DATOS\BIFBCA34

Nota: El PRN se genera automáticamente.

III. Importación y uso del programa SAS standard BCA_BIF.SAS, con base de datos ya creada.

1. Entre al programa SAS.
2. Ubíquese al inicio (home) de la ventana PROGRAM y escriba el comando

INCLUDE 'A:\PROGSAS\BCA_BIF.SAS'

3. **Modifique las especificaciones del comando INFILE, para decirle a SAS la base de datos que Ud. importará.**
4. Realice la prueba de SNK con $\alpha=10\%$ para el factor A; el factor B; y la interacción AB.
5. Corra el programa modificado con F10.
6. Observe en la ventana -OUTPUT- la hoja de resultados.
7. Observe en la ventana -LOG- los procedimientos SAS ejecutados.

IV. Modificación de Programa SAS Standard, usando los comandos INSERT\DELETE

Desde la ventana -PROGRAM-.

1. Use el **RECALL** (con F9), para llamar el programa que usó anteriormente para el ejercicio del punto III.
2. Use el comando **INSERT**, para insertar las líneas de programación que sean necesarias. Además, use el comando **DELETE**, para borrar las líneas de programación que sean necesarias.
3. Después de la última declaración **MEANS**, escriba las declaraciones SAS para realizar la **regresión cuadrática para la variable REN33, en función del factor A**. Escriba las declaraciones SAS:

**PROC GLM;
MODEL REN33=A A*A;**

Escriba las declaraciones SAS para realizar la regresión cuadrática para la variable REN44, en función del factor B.

4. Estudio del efecto simple de un factor. Escriba las declaraciones SAS para realizar la regresión lineal de la variable REN22, para el factor B, según el nivel A₂. Escriba

```
IF A=2 THEN OUTPUT;  
PROC PRINT;
```

```
PROC GLM;  
MODEL REN22=B;
```

```
TITLE 'EFECTO SIMPLE DEL FACTOR B EN FUNCION  
DE A2';
```

```
PROC PLOT;  
PLOT REN22*B='2'/VPOS=15 HPOS=20;
```

```
TITLE 'GRAFICO DE LA VARIABLE REN22 EN FUNCION  
DEL FACTOR B, PARA EL NIVEL 2 DEL FACTOR A';
```

5. Use el comando DELETE, si fuera necesario, para compactar el nuevo programa estructurado.
6. Antes de correr el programa, verifique si Ud. ya ha declarado correctamente al SAS:

Qué variables? y En que orden? se van a leer.

Para ello modifique la declaración INPUT. Escriba

```
INPUT A B REP REN REN22 REN33 REN44;
```

V. Correr el programa modificado con base de datos transformados.

1. Antes de correr el programa verifique si Ud. ya ha declarado correctamente al SAS, el PATH correspondiente a la base de datos que se leerá. Para ello escriba la declaración **INFILE**

INFILE 'A:\DATOS\BIFBCA34.PRN';

2. Corra el programa con **F10**

VI. Archivando la hoja de resultados SAS.

1. Después de correr el programa según el punto V oprima una vez **F5**, para trasladarse a la ventana **OUTPUT**. Oprima **F7 (ZOOM)**, para ver mejor la hoja de salida.
2. Mediante una pequeña sesión de grupo (Bilateral), realice un análisis detenido de los parámetros estadísticos correspondientes al Modelo de Regresión Cuadrática (30 min.).
3. Ubíquese al inicio (home) de la ventana **OUTPUT** y salve su hoja de resultados. Para ello escriba

FILE 'A:\RESULT\BIFBCA34.RPT'

VII. Archivando su programa SAS ahora personalizado.

1. Ubíquese al inicio (home) de la ventana **PROGRAM**. Para salvar su programa SAS, escriba el comando

FILE 'A:\PROGSAS\BCA_BIF.PRG'

2. Limpie la ventana **PROGRAM** y salga de SAS.

VIII. Elaboración del reporte final mediante un editor de textos.

Desde el editor de textos elabore el reporte final correspondiente.

9.8. SESION DE LABORATORIO No. 8:
ANALISIS TRIFACTORIAL EN B.C.A.
Y REGRESION CUADRATICA PARA A, B y C

Curso de Profesionalización

Instructor : Dr. Henry Pedroza

Duración : _ horas

Fecha : _____

Hora : _____

Lugar : Centro de Cómputo

No.	HORARIO	ACTIVIDADES DOCENTES	LOCAL
1	8:30 - 9:00 A.M.	1. Orientaciones metodológicas.	Centro de Cómputo
2	9:00 - 12:00 M. 1:00 - 5:00 P.M.	2. Sesión de laboratorio No. 8	
		a) Creación de base de datos numéricos en formato ASCII.	
		b) Transformaciones de datos numéricos.	
		c) Importación y uso de programa standard para un Trifactorial en B.C.A.	
		d) Modificación de programa SAS standard usando los comandos INSERT/DELETE	
		e) Correr el programa modificado con base de datos transformados.	
		f) Archivando la hoja de resultados SAS.	
		g) Archivando el programa SAS personalizado	

SESION DE LABORATORIO No. 8

Instructor: Dr. Henry Pedroza

ANALISIS TRIFACTORIAL EN B.C.A. Y REGRESION CUADRATICA PARA A, B, C

I. Creación de bases de datos numéricas en formatos ASCII.

1. Use Lotus 123 para crear la base de datos que aparece en la página 150-151 del texto SAS.
 - a. Denomine la primera columna como **FACTOR A**
 - b. Denomine la segunda columna como **FACTOR B**
 - c. Denomine la tercera columna como **FACTOR C**
 - d. Denomine la cuarta columna como **REP**
 - e. Denomine la quinta columna como **REN**
2. Para crear archivos ASCII, use los comandos que aparecen descritos en la "Guía Rápida para usar Lotus 123". El archivo creado salvelo en

A:\DATOS\TRIBCA34

Nota: El PRN se genera automáticamente.

II. Transformaciones de datos numéricos, recuerde usar las funciones de Lotus 123 que aparecen en la guía.

1. Tome como punto de partida la base de datos creada en el punto I.
 - a. Denomine la sexta columna como **REN33**.
 - b. Denomine la séptima columna como **REN44**.
 - c. Debajo del **ROTULO REN33**, ejecute la transformación $\sqrt{Y+0.5}$. Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna **REN33** de fórmulas a valores.
 - d. Debajo del **ROTULO REN44**, ejecute la transformación $\sqrt{\log Y+1}$. Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna **REN44** de fórmulas a valores.
2. Para crear archivos ASCII, use los comandos que aparecen descritos en la "Guía Rápida de Lotus 123". El archivo creado salvelo en

A:\DATOS\TRIBCA34

Nota: El PRN se genera automáticamente.

III. Importación y uso del programa SAS standard TRIFBCA.SAS, con base de datos ya creada.

1. Entre al programa SAS.
2. Ubíquese al inicio (home) de la ventana PROGRAM, escriba el comando
INCLUDE 'A:\PROGSAS\TRIFBCA.SAS'
3. **Modifique las especificaciones del comando INFILE, para decirle a SAS la base de datos que Ud. importará.**
4. Realice la prueba de SNK con $\alpha=10\%$ para el factor A; el factor B; y el factor C.
5. Corra el programa con F10.
6. Observe en la ventana -OUTPUT- la hoja de resultados.
7. Observe en la ventana -LOG- los procedimientos SAS ejecutados.

IV. Modificación de Programa SAS Standard, usando los comandos INSERT\DELETE

Desde la ventana -PROGRAM-.

1. Use el **RECALL** (con F9), para llamar el programa que usó anteriormente para el ejercicio del punto III.
2. Use el comando **INSERT**, para insertar las líneas de programación que sean necesarias. Además, use el comando **DELETE**, para borrar las líneas de programación que sean necesarias.
3. Después de la última declaración **MEANS**, escriba las declaraciones SAS para realizar la regresión cuadrática para la variable REN33, en función del factor A. Escriba las declaraciones

**PROC GLM;
MODEL REN33=A A*A;**

Escriba las declaraciones SAS para realizar la regresión cuadrática para la variable REN44, en función del factor C. Es recomendable la función cuadrática en este caso ?.

4. **Estudio del efecto simple de un factor.** Escriba las declaraciones SAS para realizar la regresión lineal de la variable REN para el factor B, según el nivel A₃. Escriba los comandos

**IF A=3 THEN OUTPUT;
PROC PRINT;**

**PROC GLM;
MODEL REN=B;**

TITLE 'EFECTO SIMPLE DEL FACTOR B EN FUNCION DE A3';

**PROC PLOT;
PLOT REN*B='3'/VPOS=15 HPOS=20;**

TITLE 'GRAFICO DE LA VARIABLE REN EN FUNCION DEL FACTOR B, PARA EL NIVEL 3 DEL FACTOR A';

5. Use el comando DELETE, si fuera necesario, para compactar el nuevo programa estructurado.
6. Antes de correr el programa, verifique si Ud. ya ha declarado correctamente al SAS:

Qué variables? y En que orden? se van a leer.

Para ello modifique la declaración INPUT, Escriba:

INPUT A B C REP REN REN33 REN44;

V. Correr el programa modificado con base de datos transformados.

1. Antes de correr el programa verifique si Ud. ya ha declarado correctamente al SAS, el PATH correspondiente a la base de datos que se leerá. Para ello escriba la declaración **INFILE**.

INFILE 'A:\DATOS\TRIBCA34.PRN';

2. Corra el programa con **F10**

VI. Archivando la hoja de resultados SAS.

1. Después de correr el programa según el punto V oprima una vez **F5**, para trasladarse a la ventana **OUTPUT**. Oprima **F7 (ZOOM)**, para ver mejor la hoja de salida.
2. Mediante una pequeña sesión de grupo (Bilateral), realice un análisis detenido de los parámetros estadísticos correspondientes al Modelo de Regresión Cuadrática (30 min.).
3. Ubíquese al inicio (home) de la ventana **OUTPUT** y salve su hoja de resultados. Para ello escriba

FILE 'A:\RESULT\TRIBCA34.RPT'

VII. Archivando su programa SAS ahora personalizado.

1. Ubíquese al inicio (home) de la ventana **PROGRAM**. Para salvar su programa SAS, escriba el comando

FILE 'A:\PROGSAS\TRIFBCA.PRG'

2. Limpie la ventana **PROGRAM** y salga de SAS.

VIII. Elaboración del reporte final mediante un editor de textos.

Desde el editor de textos elabore el reporte final correspondiente.

9.9. SESION DE LABORATORIO No. 9: DISEÑO DE PARCELAS DIVIDIDAS

Curso de Profesionalización

Instructor : Dr. Henry Pedroza

Duración : _ horas

Fecha : _____

Hora : _____

Lugar : Centro de Cómputo

No.	HORARIO	ACTIVIDADES DOCENTES	LOCAL
1 2	8:30 - 9:00 A.M. 9:00 - 12:00 M. 1:00 - 5:00 P.M.	1. Orientaciones metodológicas. 2. Sesión de laboratorio No. 9 a) Creación de base de datos numéricos en formato ASCII. b) Transformaciones de datos numéricos. c) Importación y uso de programa standard para un Diseño de Parcelas Divididas. d) Modificación de programa SAS standard usando los comandos INSERT/DELETE e) Correr el programa modificado con base de datos transformados. f) Archivando la hoja de resultados SAS. g) Archivando el programa SAS personalizado.	Centro de Cómputo
3	5:00 - 5:30 P.M	3. Ciencia, Tecnología y Desarrollo Sostenible en Nicaragua.	Aula ____

SESION DE LABORATORIO No. 9

Instructor: Dr. Henry Pedroza

DISEÑO DE PARCELAS DIVIDIDAS

I. Creación de bases de datos numéricas en formatos ASCII.

1. Use Lotus 123 para crear la base de datos que aparece en la página 163 del texto SAS.
 - a. Denomine la primera columna como **FACTOR A**
 - b. Denomine la segunda columna como **FACTOR B**
 - c. Denomine la tercera columna como **REP**
 - d. Denomine la cuarta columna como **REN**
2. Para crear archivos ASCII, use los comandos que aparecen descritos en la "Guía Rápida para usar Lotus 123". El archivo creado salvelo en

A:\DATOS\PARDIV34

Nota: El PRN se genera automáticamente.

II. Transformaciones de datos numéricos, recuerde usar las funciones de Lotus 123 que aparecen en la guía.

1. Tome como punto de partida la base de datos creada en el punto I.
 - a. Denomine la quinta columna como **REN22**.
 - b. Denomine la sexta columna como **REN33**.
 - c. Denomine la séptima columna como **REN44**.
 - d. Debajo del **ROTULO REN22**, ejecute la transformación \sqrt{Y} . Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna **REN22** de fórmulas a valores.
 - e. Debajo del **ROTULO REN33**, ejecute la transformación $\sqrt{Y+0.5}$. Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna **REN33** de fórmulas a valores.
 - f. Debajo del **ROTULO REN44**, ejecute la transformación $\sqrt{\log Y+1}$. Luego copie la fórmula en la misma columna hacia abajo. Después transforme todos los datos de la columna **REN44** de fórmulas a valores.

2. Para crear archivos ASCII, use los comandos que aparecen descritos en la "Guía Rápida de Lotus 123". El archivo creado salvelo en

A:\DATOS\PARDIV34

Nota: El PRN se genera automáticamente.

III. Importación y uso del programa SAS standard PARDIV.SAS, con base de datos ya creada.

1. Entre al programa SAS.
2. Ubíquese al inicio (home) de la ventana PROGRAM y escriba

INCLUDE 'A:\PROGSAS\PARDIV.SAS'

3. **Modifique las especificaciones del comando INFILE, para decirle a SAS la base de datos que Ud. importará.**
4. Realice la prueba de SNK con $\alpha=10\%$ para el factor A; el factor B; y la interacción AB.
5. Corra el programa con F10.
6. Observe en la ventana -OUTPUT- la hoja de resultados.
7. Observe en la ventana -LOG- los procedimientos SAS ejecutados.

IV. Modificación de Programa SAS Standard, usando los comandos INSERT\DELETE

Desde la ventana -PROGRAM-.

1. Use el comando RECALL (con F9), para llamar el programa que usó anteriormente para el ejercicio del punto III.
2. Use el comando INSERT, para insertar las líneas de programación que sean necesarias. Además, use el comando DELETE, para borrar las líneas de programación que sean necesarias.
3. Después de la última declaración MEANS, escriba las declaraciones SAS para realizar la regresión lineal para la variable REN33, en función del factor A.

Escriba las declaraciones **PROC GLM;**
MODEL REN33 = A;

Escriba las declaraciones SAS para realizar la regresión lineal para la variable REN44, en función del factor B.

4. Estudio del efecto simple de un factor. Escriba las declaraciones SAS para realizar la regresión lineal de la variable ren33, para el factor A, según el nivel B₂. Escriba

**IF B=2 THEN OUTPUT;
PROC PRINT;**

**PROC GLM;
MODEL REN33=A;**

**TITLE 'EFECTO SIMPLE DEL FACTOR A EN FUNCION
DE B2';**

**PROC PLOT;
PLOT REN33*A='2'/VPOS=15 HPOS=20;**

**TITLE 'GRAFICO DE LA VARIABLE REN33 EN FUNCION
DEL FACTOR A, PARA EL NIVEL 2 DEL FACTOR B';**

5. Use el comando DELETE, si fuera necesario, para compactar el nuevo programa estructurado.
6. Antes de correr el programa, verifique si Ud. ya ha declarado correctamente al SAS:

Qué variables? y En que orden? se van a leer.

Para ello modifique la declaración INPUT. Escriba

INPUT A B REP REN REN22 REN33 REN44;

V. Correr el programa modificado con base de datos transformados.

1. Antes de correr el programa verifique si Ud. ya ha declarado correctamente al SAS, el PATH correspondiente a la base de datos que se leerá. Para ello escriba la declaración **INFILE**.

INFILE 'A:\DATOS\PARDIV34.PRN';

2. Corra el programa con **F10**

VI. Archivando la hoja de resultados SAS.

1. Después de correr el programa según el punto V, oprima **F5** para trasladarse a la ventana **OUTPUT**. Oprima **F7 (ZOOM)**, para ver mejor la hoja de salida.
2. Mediante una pequeña sesión de grupo (Bilateral), realice un análisis detenido de los parámetros estadísticos correspondientes al Modelo de Regresión Lineal, (30 min.).
3. Ubíquese al inicio (home) de la ventana **OUTPUT** y salve su hoja de resultados. Para ello escriba

FILE 'A:\RESULT\PARDIV34.RPT'

VII. Archivando su programa SAS ahora personalizado.

1. Ubíquese al inicio (home) de la ventana **PROGRAM**. Para salvar su programa SAS, escriba el comando

FILE 'A:\PROGSAS\PARDIV.PRG'

2. Limpie la ventana **PROGRAM** y salga de SAS.

VIII. Elaboración del reporte final.

Desde el editor de textos, elabore el reporte final correspondiente.

9.10. SESION DE LABORATORIO No. 10: VALIDACION DE OPCIONES TECNOLOGICAS

Curso de Profesionalización

Instructor : Dr. Henry Pedroza

Duración : __ horas

Fecha : _____

Hora : _____

Lugar : Centro de Cómputo

No.	HORARIO	ACTIVIDADES DOCENTES	LOCAL
1	8:00 - 9:00 A.M.	1. Orientaciones metodológicas.	Centro de Cómputo
2	9:00 - 12:00 M.	2. Sesión de laboratorio No. 10	
		a) Creación de base de datos numéricos en formato ASCII.	
		b) Importación y uso del programa standard para el "Análisis de Estabilidad Modificado", con base de datos ya creada.	
		c) Modificación de programa SAS standard usando los comandos INSERT/COPY/DELETE	
		d) Correr el programa standard modificado sobre "Análisis de Estabilidad Modificado"	
		e) Archivando la hoja de resultados SAS	
		f) Archivando el programa SAS personalizado	
		g) Interpretación de la hoja de resultados SAS.	

SESION DE LABORATORIO No. 10

Instructor: Dr. Henry Pedroza

VALIDACION DE OPCIONES TECNOLOGICAS

I. Creación de bases de datos numéricas en formatos ASCII.

1. Use Lotus 123 para crear la base de datos que aparece en la página 172 del Texto de SAS, que retoma un ejemplo de Hildebrand & Poey, (1989).
 - a. Denomine la primera columna como Xi
 - b. Denomine la segunda columna como ML
 - c. Denomine la tercera columna como MLF
 - d. Denomine la cuarta columna como CCA
 - e. Denomine la quinta columna como CCAF
2. Para crear archivos ASCII, use los comandos que aparecen descritos en la "Guía Rápida para usar Lotus 123". El archivo creado salvelo en

A:\DATOS\VALIDAC

Nota: El PRN se genera automáticamente.

II. Importación y uso del programa standard sobre "Análisis de Estabilidad Modificado", con base de datos ya creada.

1. Entre al programa SAS.
2. Ubíquese al inicio (home) de la ventana PROGRAM. Escriba el comando

INCLUDE 'A:\PROGSAS\VALIDAC.SAS'

3. Antes de correr el programa verifique si Ud. ya ha declarado correctamente al SAS, el PATH correspondiente a la base de datos que se leerá. Para ello, modifique las especificaciones del comando INFILE. Escriba el comando

INFILE 'A:\DATOS\VALIDAC.PRN';

El programa sobre "Análisis de Estabilidad Modificado", se presenta en detalle en las páginas 172 - 174.

III. Antes de correr el programa verifique si Ud. ya ha declarado correctamente al SAS:

Qué variables ? y En que orden ? se van a leer.

!! Si fuera necesario !!, modifique la declaración INPUT

Las variables y el orden correspondiente se presentan en detalle en la página 172.

IV. Correr el programa standard modificado.

1. Corra el programa con **F10**.
2. Observe en la ventana **-OUTPUT-** la hoja de resultados.
3. Observe en la ventana **-LOG-** los procedimientos SAS ejecutados.

V. Archivando la hoja de resultados SAS.

1. Después de correr el programa según el punto IV, oprima **F5** para trasladarse a la ventana **OUTPUT**. Oprima **F7 (ZOOM)**, para ver mejor la hoja de salida. Use las teclas **Pg Up** y/o **Pg Down**.
2. Ubíquese al inicio (home), de la ventana **OUTPUT** y salve su hoja de resultados. **Escriba el comando**

FILE 'A:\RESULT\VALIDAC.RPT'

VI. Archivando el programa SAS, ahora personalizado

1. Ubíquese al inicio (home) de la ventana **PROGRAM** y salve el programa. **Escriba el comando**

FILE 'A:\PROGSAS\VALIDAC.PRG'

2. Limpie cada una de las ventanas y salga de SAS.
3. Desde el editor de textos recupere el archivo **VALIDAC.RPT** y realice los cambios necesarios para hacer un informe de buena presentación, con todos los atributos que Ud. desee.

VII. Interpretación de la hoja de resultados SAS

1. Mediante una pequeña sesión de grupo (Bilateral), realice una discusión profesional del significado de los indicadores estadísticos que aparecen en la hoja de resultados SAS.
2. Lea las explicaciones correspondientes en las páginas 182-184.
3. Observe las estadísticas descriptivas para cada una de las variables analizadas, (ML; MLF; CCA; CCAF).
4. Tome las estadísticas **MEAN** y **STD ERROR**, para completar -desde Lotus 123- el archivo WK1, que le permite obtener el Intervalo de Confianza, para cada una de las variables por separado, considerando diferentes valores de alpha. *En la página 184, el cuadro 5, muestra un ejemplo completo para la variable ML. Haga Ud. el gráfico correspondiente, para obtener uno similar al que se le presenta en la página 185, (figura 6).*

CAPITULO 10. GUIA RAPIDA PARA USAR LOTUS 123

10.1. INTRODUCCION

LOTUS 123 es un sistema de programas computarizados que le permitirá al usuario manejar sus datos, calcular fórmulas en base a ellos, graficar, hacer análisis de regresión, generar números consecutivos y aleatorios, transferir sus datos hacia otros programas y casi cualquier procesamiento que pueda necesitar.

Su presentación es la de una hoja electrónica de trabajo dividida en celdas claramente identificables donde pueden ser archivados números, letras o rótulos, y fórmulas. Cada celda se nombra por la letra de la columna y el número de la fila que le corresponde, así por ejemplo: La celda A1 corresponde a la columna "A" y la fila "1" es llamada HOME. La celda C20 corresponde a la columna "C" y la fila "20".

La capacidad de trabajo o manejo de información en LOTUS es de 256 columnas y 8192 filas. En realidad la capacidad de almacenamiento de la información en la computadora, debería manejarse en función del uso eficiente de las Bases de Datos o archivos, etc.; y no en función de la capacidad de almacenamiento que posibilita el SOFTWARE Lotus. En síntesis, es más eficiente y más práctico manejar un mayor número de pequeños archivos y/o pequeñas Bases de Datos que un menor número archivos y/o Base de Datos grandes.

Estas pequeñas notas sobre Lotus 123, han sido preparadas como apoyo al curso que el autor ha impartido tanto en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), como en la Universidad Nacional Agraria (UNA), sobre "Análisis Estadístico de datos provenientes de Experimentos Agrícolas".

10.2. INICIAR LAS OPERACIONES PARA TRABAJAR CON LOTUS 123

CD\lotus <— 123 <—

- Désígnese el caracter Pleca (/) para pedir el menú de Lotus 123.
- ESC sale del menú.

Cada celda tiene 9 espacios, (normalmente), pero puede tener definidos hasta 240 espacios. Para cambiar el ancho de la celda por columna global debe hacerse lo siguiente:

- /, Hoja, Global, Ancho No. (especificar el ancho). Esto cambia el ancho para todas las columnas en general.
- /, Hoja, Columna, Ancho No. (especificar el ancho). Esto cambia el ancho de una columna en particular.

Para borrar el contenido de una celda debe realizar lo siguiente:

- a) /, Rango, Borrar, ESC para corregir rango a borrar.
- b) /, Rango, Borrar, con el (.) "clavito".

Para generar datos realizar lo siguiente:

- /, Datos, Llenar, e introducir rango a llenar, intervalo.

Para copiar (rangos):

- /, Copiar, e introducir el rango A: copiar e introducir el rango en donde se va a copiar. Se puede especificar con el cursor.

Para mover rangos:

- /, Mover, e introducir rango A: mover e introducir el rango en donde se moverá.

Para sustituir (un) dato:

- Poner el cursor en el dato a sustituir e imprimir el dato nuevo.

Para guardar datos en un archivo lotus:

- /, Fichero, Grabar, e introducir el nombre del fichero a grabar.

Nota: si desea grabar en una casetera particular (a), (b) o (c) ESC y escriba el destino ej: a:\Datos.

Para recuperar datos de un archivo lotus:

- /, Fichero, recuperar, e introducir el nombre del fichero a recuperar.

Nota: Lotus nombra sus hojas de trabajo con la terminación WK1, Cuando es la versión 2.0

10.3. COMO CREAR O IMPORTAR ARCHIVOS ASCII

CODIGO AMERICANO ESTANDARD PARA INTERCAMBIO DE INFORMACION

a) Crear un archivo ASCII.

- /, Imprimir, Fichero y escribir el nombre del fichero- (el PRN es automático) Rango, Opción, otra, sin formato, salir, imprimir.

b) Importar un archivo ASCII.

- / Fichero, Importar, y elegir si es texto o número y dar el nombre del fichero.

Nota: Importar como número, cada número ocupa una celda.

Importar como texto una línea del archivo ocupa una celda.

Nota: Para importar un archivo hacia lotus debe tener la terminación PRN.

10.4. LOTUS PUEDE MANEJAR FORMULAS EN SUS CELDAS

Como se le indica a lotus que lo que se va a dar es una fórmula?

- Iniciando con un número, ejemplo: 2*A3
- Iniciando con un operador (+ ó -), ej. +A3.
- Iniciando con un paréntesis, ejemplo: (2+3)/A5.

Ponga la hoja de trabajo en la pantalla y previamente ponga el cursor en la celda donde se desea expresar el resultado porque "recuerde" la fórmula planteada se ejecuta y el resultado se coloca donde está el cursor.

Nota: Si desea generalizar esa fórmula para un grupo de hileras y/o columnas solamente ejecute una vez la operación y luego copie la fórmula y expándala con el uso apropiado del "clavito".

OPERADORES en LOTUS 123 EJEMPLO

^	Potencia	A2^2.
+,-	Positivo y negativo	-A2
*,/	Multiplicación y división	(a2*b2)/c2.
+,-	Suma y resta	A2-B"

COMO CONVERTIR DE FORMULA A VALORES ?

/, Rango, Valor, e introducir el rango inicial (DESDE), e introducir el rango de salida (EN).

Para imprimir en la impresora.

a) •/, Imprimir, Impresora, Rango, Imprimir, Salir.

Nota: Cuando lo que se va a imprimir es más ancho que la hoja normal (lo cual es común) el límite es 240 y tiene normalmente 76.

b) •/, Imprimir, Impresora, Rango, Opción, Margen, Derecho, Salir, imprimir, Salir.

10.5. ALGUNAS FUNCIONES EN LOTUS 123

- 1 ▶ @SUMA (A2..A20).....PONGA EL CURSOR EN A21.
- 2 ▶ @VAR (A2..A20).....PONGA EL CURSOR EN A22.
- 3 ▶ @STD (A2..A20).....PONGA EL CURSOR EN A23.
- 4 ▶ @RCUAD (A2).....PONGA EL CURSOR DONDE LO DESEE.
- 5 ▶ @MEDIA (A2..A20).....PONGA EL CURSOR EN A24.
- 6 ▶ @MIN (A2..A20).....PONGA EL CURSOR EN A25.
- 7 ▶ @MAX (A2..A20).....PONGA EL CURSOR EN A26.
- 8 ▶ @CUENTA (A2...A20)...PONGA EL CURSOR EN A27.
- 9 ▶ @LOG (A2).....PONGA EL CURSOR EN A28.
- 10 ▶ @LN (A2).....PONGA EL CURSOR EN A29.
- 11 ▶ @ASEN (A2).....PONGA EL CURSOR EN A30

INDICE DE CUADROS

<u>CONTENIDO</u>	<u>PAGINA</u>
Cuadro 1. Estado actual de Ciencia y Tecnología en Nicaragua	14
Cuadro 2. Cambios en la orientación de la Investigación y el Desarrollo Agrícola	18
Cuadro 3. Diferencias entre estudio de casos con un enfoque meramente agroeconómico y el realizado en el diagnóstico agro-socio-económico con enfoque de sistemas	67
Cuadro 4. Rendimiento de maíz (ton/ha), de ensayos en finca conducidos por los agricultores Phalombe, Malawi, 1981/1982	171
Cuadro 5. Cálculo del Intervalo de Confianza para la variable ML, con media = 1.86 y $\text{stderr} = 0.182$, para $\alpha = 0.50; 0.40; 0.20;$ $0.10; 0.05; 0.01$ con 4 grados de libertad	184

INDICE DE FIGURAS

<u>CONTENIDO</u>	<u>PAGINA</u>
Figura 1. Modelo conceptual del Desarrollo de los procesos de GTTA en Nicaragua	31
Figura 2. Organización de ECODESNIC, EOAT, y PAF-NIC	75
Figura 3. Modelo económico insostenible a mediano plazo	77
Figura 4. Problemática Ambiental a nivel Nacional	79
Figura 5. La Sustentabilidad del Desarrollo	81
Figura 6. Distribución de los Intervalos de Confianza de los rendimientos de maíz Local y Compuesto CCA, en ambientes buenos	185

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. Aaker, D. A. & Day, G. S (1983). *Investigación de mercados. Toma de decisiones del sector público y privado*. Nueva Editorial Interamericana, S.A. México, D.F.
2. Bravo, J & Sotomayor, O (1992). *Minifundio Mapuche y desarrollo agrícola. Evolución histórica de la agricultura en Pelleco. En: enfoques metodológicos para el diagnóstico de sistemas de producción campesinos*. Santiago, Chile. Agricultura y Sociedad. 9: 9-27.
3. Brokensha, D. & Riley, B (1977). *Vegetation changes in Mbere division Embu*. Institute for Development Studies. Nairobi.
4. Brokensha, D.; Warren, D. M & Warner, O (1980). *Indigenous knowledge system and development*. University Press of America. Lahan, Meryland.
5. Bunge, M (1958). *La ciencia, su método y su filosofía*. Universidad de Buenos Aires, Argentina.
6. Byerlee, D.; Collinson, M. P.; Perrin, R. K.; Winkelmann, D. L.; Biggs, S.; Moscardi, E. R.; Martínez, J. C.; Harrington, C. & Benjamín, A (1980). *Planning technologies appropriate to farmers: concepts and procedures*. CIMMYT, México, D.F.
7. Brenes, A (1991). *La psicología costarricense ante el reto de la creación de un nuevo orden ecológico mundial*. Revista Costarricense de Psicología 18: 113-125.
8. Casley, D. J & Lury, D. A (1982). *Monitoring and evaluation of agriculture and rural development projects*. World Bank/John Hopkins University Press, Baltimore, U.S.A.
9. Cáceres M (1993). *El Sector agropecuario y su impacto ambiental*. Documento de trabajo para la elaboración del Plan de Acción Ambiental de Nicaragua. 64 p.
10. CATIE (1986). *Reunión interna de discusión sobre validación/transferencia en la metodología de desarrollo de tecnología apropiada*. Informe Técnico No.78, CATIE, Turrialba, 283 p.
11. Chris, O. a & Hildebrand, P. E (1977). *Planificación y ejecución de la investigación aplicada*. Guatemala. 132 p.
12. CIMMYT (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica*. México, D.F. 79 p.
13. Cochran, W & Cox, M. G (1981). *Diseños experimentales*. Séptima reimpresión, editorial Trillas, México, D.F. 661 p.

14. Chambers, R.; Pacey, A & Thrupp, L. A (1989). *Farmer firts: farmer innovation and agricultural research*. Intermediate Tecnology Publications, Londres.
15. De La Loma, J. L (1966). *Experimentación Agrícola*. UTEHA, México. 597 p.
16. Doorman, F (1991). *La metodología del diagnóstico en el enfoque "Investigación Adaptativa": guía para la ejecución de un diagnóstico con énfasis de fincas del pequeño productor agropecuario*. UNA, RUU, IICA. Heredia, Costa Rica. 301 p.
17. DESCARTES (1995). *El Modo Proyecto. Como tomar decisiones estratégicas mediante la informática*. ALFAOMEGA. Colombia. 144 p.
18. ECOT-PAF/IRENA (1991). *Estrategia de Conservación y Desarrollo Sostenible de Nicaragua, (ECODESNIC)*. Resumen Ejecutivo 22 p.
19. ECOT-PAF/IRENA (1993). *Consulta Municipal y Nacional sobre los recursos naturales y el ambiente*.
20. ECOT-PAF/MARENA (1994). *Plan de Acción Ambiental de Nicaragua, PAA-NIC*. Resumen Ejecutivo 144 p.
21. FAO (1988). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Análisis mundial análisis por regiones, cambios en las prioridades de la ciencia y tecnología agrícola en los países en desarrollo*. Informe Anual, 1987-88. 163 p.
22. Girt, J (1990). *Institucional approaches towards the sustainable development at agriculture for IICA*. San José, C.R. (Mimeo).
23. García E., & Devereaux P (1993). *Estudio sobre experiencias de los ONG's en proyectos de medio ambiente y desarrollo*. In memoria del III Congreso sobre G.T.T. UNA-FINNIDA.
24. Guerra, G (1982). *Farm management handbook*. IICA, San José, Costa Rica.
25. Groppo, P (1993). *El análisis comparativo de los sistemas de producción*. Reforma agraria, FAO 1992-1993. 19-27 p.
26. Hatheway, W.H (1961). *Convenient plot size*. Agronomy Journal 53 (4): 279-280.
27. Hernández, S. R.; Fernández, C. C & Batista, L. P (1994). *Metodología de la investigación*. Segunda edición, editorial Panamericana Formas e Impresos S.A. Colombia. 504 p.

28. Hildebrand, P. E (1981). *Combining disciplines in rapid appraisal: the sondeo approach*. Agricultural Administration. 8: 423-432.
29. Hildebrand, P. E & Poey, F (1989). *Ensayos agronómicos en fincas. Según el enfoque de sistemas agropecuarios*. Editorial Agropecuaria Latinoamericana. U.S.A. 134 p.
30. Howes, M (1979). *The uses of indigenous technical knowledge in development*. In: IDS, Rural Development: whose knowledge counts? IDS-Bulletin 10 (2): 44-51.
31. INTA (1995). *Guías Metodológicas de la AET/AVT*. 73 p. Managua, Nicaragua.
32. IICA (1992). *Tecnología y Sostenibilidad de la agricultura en América Latina-Desarrollo de un marco conceptual*. San José, C.R. 132 p.
33. IICA (1996). *Los Sistemas de Innovación Tecnológica frente al Desafío de la Competitividad y la Sostenibilidad Institucional*. San José, C.R. 69 p.
34. Kerlinger, F. N (1979). *Enfoque conceptual de la investigación del comportamiento*. Nueva Editorial Interamericana. México, D.F.
35. Kunstadter, P (1978). *Ecological modification and adaptation : an ethnobotanical view of Lau swiddeners in northwestern Thailand*. In: *The nature and status of ethnobotany*. Anthropological paper. University of Michigan. U.S.A.
36. Little, M.T & Hills, F. J (1978). *Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura*. Editorial Trillas, México, D.F. 268 p.
37. McCorkle, C. M (1989). *Toward a knowledge of local knowledge and its importance for agricultural*. Agriculture and Human Values. 6(3): 4-12.
38. Mora, H & Obando, S (1995). *Diagnóstico analítico para planificación de los sistemas agrarios*. Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Agrarias, Heredia, Costa Rica. 38 p.
39. Ostle, B (1981). *Estadística aplicada*. Séptima reimpresión, editorial LIMUSA. México, D.F. 629 p.
40. OMM (1992). *La meteorología y la hidrología para el desarrollo sostenible*. Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial. pp 1-4.
41. Pedroza, P.H (1993). *Fundamentos de experimentación agrícola*. Editora de Artes, S.A. Managua, Nicaragua. 226 p.

42. Pedroza, P.H (1994). *Instructivo del SAS para datos provenientes de Experimentos Agrícolas*. Curso de PostGrado, UNI. Managua, Nicaragua. 66 P.
43. Pedroza, P.H (1995a). *Los Sistemas de Información: su importancia para la sostenibilidad de los procesos de G.T.T.A. en Nicaragua*. Trabajo presentado en el V Congreso de G.T.T.A. UNA-INTA-Finnida. 4, 5 y 6 de Abril. 1995.
44. Pedroza, P.H (1995b). *Proyecto de Fortalecimiento Institucional de la Dirección de Generación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria del INTA*. Managua, Nicaragua. 49 p.
45. Pedroza P.H (1995c). *Sistema de Análisis Estadístico aplicado a la Experimentación Agrícola*. Curso de PostGrado, UNA. Managua, Nicaragua. 113 p.
46. Pedroza P.H (1996). *El Desafío de la Sostenibilidad de los procesos de GTTA en Nicaragua*. Sociedad Agrícola. Año 3, Mayo 1996. 16 p.
47. Pedroza P.H (1997). *Tecnología, Competitividad e Integración*. Centro Nacional de Investigación Agropecuaria, CNIA/INTA. Documento de Trabajo. 5 p.
48. Piura, L. J (1994). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Editorial el Amanecer, S.A. Managua, Nicaragua. 114 p.
49. PRODAF-GTZ (1994). *Nuestro Congreso. Manual de Diagnóstico Rural Participativo*. Impreso en los Talleres de imprenta y litografía VARITEC S.A. San José, Costa Rica. 180 p.
50. Radulovich, R & Karremans, A. J (1993). *Validación de tecnologías en sistemas agrícolas*. Informe técnico # 212, Turrialba, CATIE, Costa Rica. 95 p.
51. Rietberger-McCracken, J (1991). *Diagnóstico rural rápido: un manual*. International Institute for Enviroment and development. Londres.
52. Reyes, C. P (1982). *Diseño de experimentos aplicados*. Segunda reimpresión, editorial Trillas, México, D.F. 343 p.
53. Rosental, M & Ludín, p (1981). *Diccionario filosófico*. Edición Revolucionaria, Cuba. 65 p.
54. Rayo, O (1993). *Diagnóstico y propuesta de Plan de Acción en Ciencia y Tecnología*. Documento temático del Plan de Acción Ambiental de Nicaragua (PAA-NIC). 104 p.

55. Shaner, W. W.; Philipp, P. F & Shumehl, W. R (1982). *Farming system research and development: guidelines for developing countries*. Westview Special Studies in Agriculture/ Aquaculture. Westview Press, Boulder, Colorado, U.S.A.
56. Steel, G. D. R & Torrie, H. J (1990). *Bioestadística. Principios y procedimientos*. Segunda edición, Servicios Gráficos de Comunicaciones, S.A. México. 622 p.
57. Swift, J (1979). *Notes on traditional knowledge, modern knowledge and rural development*. IDS. Rural development: whose knowledge counts?. IDS-Bulletin 10(2): 41-43.
58. Tarnutzer, A (1993). *Diagnóstico rápido participativo de la microcuenca "C" de la cuenca sur del lago de Managua, Nicaragua*. CITEC, SUWaR, informe C 9, Estocolmo, Suecia.
59. Tripp R. & Woolley J (1989). *La etapa de planificación de la investigación en campos de agricultores: Identificación de factores para la experimentación*. México, D.F., y Cali, Colombia: CIMMYT Y CIAT. 85 p.
60. Trigo, E. Piñeiro M & Sabato J (1983). *La cuestión tecnológica y la organización de la investigación agropecuaria en América Latina*. Desarrollo Económico, 23(89).
61. Trigo E. & Jaffé W (1991). *Desarrollo tecnológico e integración*. IICA, San José, C.R. 31 p.
62. Ulmos, M.; Roa, O.; Guzmán, F & Balmaceda, L (1995). *Tipología campesina de Ticuantepe: un método de diagnóstico del sistema agrario para la agricultura sostenible y el desarrollo rural*. UNA. Managua, Nicaragua. 15 p.
63. Vaughan, M (1993). *Diagnóstico y propuesta de Plan de Acción sobre Plaguicidas*. Documento temático del Plan de Acción Ambiental de Nicaragua (PAA-NIC).
64. Zelaya, C (1995). *La cultura y el ecosistema. En: memorias del seminario-taller "La Universidad Nacional Agraria Coadyuvando al Desarrollo de una Agricultura Sostenible"*. Managua, Nicaragua. 11-15 p.