

Evaluación de tres sistemas de producción de maíz en laderas: tradicional, PRM y óptimo en los Municipios de Yorito y Sulaco, Departamento de Yoro, Honduras

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Fernando Guillermo Durón Andino

Zamorano, Honduras

Julio, 1998

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor

Fernando Guillermo Durón Andino

Zamorano, Honduras
Julio, 1998

**Evaluación de tres sistemas de producción de maíz en laderas:
tradicional, PRM y óptimo en los Municipios de Yorito y
Sulaco, Departamento de Yoro, Honduras**

presentado por

Fernando Durón

Aprobada

Luis Caballero, M.Sc.
Asesor Principal

George Pilz, Ph.D.
Jefe de Departamento

Hector Barreto, Ph.D.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

Elio Durón, Ph.D.
Asesor

Keith Andrews, Ph.D.
Director

Silvia Chalukian, M.Sc.
Coordinadora PIA

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo y esfuerzo a Mi Patria, Honduras.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que hicieron posible la consecución de este trabajo:

A Jerome Fournier por su generosidad.

A Miriam Hernandez y William Quemé por su hospitalidad.

A Jorge Bolaños por sus consejos.

A Gustavo López por sus buenos consejos y ayuda brindada.

A Luis Caballero por su comprensión.

A Hector Barreto por su disposición a ayudarme y valiosa contribución académica.

A Elio Durón por su paciencia y amor.

A mi amado señor padre Lorenzo Fernando Amaya por su incansable paciencia y sabiduría inspiradora.

A mi amada señora madre Regina Durón.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco a la Escuela Agrícola Panamericana por el apoyo financiero brindado para la realización de mis estudios en el Programa de Agrónomo y en el Programa de Ingeniería Agronómica.

Agradezco al Programa Regional de Maíz por el financiamiento brindado para la realización de mi trabajo de tesis.

RESUMEN

Durón, Fernando. 1998. Evaluación de Tres Sistemas de Producción en Laderas: Tradicional, PRM y Óptimo en los Municipios de Yorito y Sulaco, Departamento de Yoro, Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 105 p.

Se realizaron seis experimentos en seis localidades de los municipios de Yorito y Sulaco, en la zona de la cuenca del Río Tascalapa, Departamento de Yoro, Honduras, con el propósito de evaluar alternativas tecnológicas mejoradas para el aprovechamiento de los sistemas de maíz en laderas que permitan aumentar el potencial productivo sin afectar la calidad de los recursos naturales de la zona. Se evaluó la variedad de maíz mejorada Sintético Regional de Sequía y la variedad local del agricultor bajo tres niveles de manejo: (i) la práctica tradicional del agricultor; (ii) una propuesta tecnológica de insumos moderados, denominada PRM, la cual incluyó la aplicación de 70 Kg. ha⁻¹ de Nitrógeno y 40 Kg. ha⁻¹ de fósforo y la inclusión de mucuna en asocio a los 25 dds con una densidad aproximada de siembra de 60,000 plantas por hectárea; y (iii) un nivel de manejo de altos insumos, denominado Óptimo, consistente en la aplicación de 150 Kg. ha⁻¹ de Nitrógeno y 60 Kg. ha⁻¹ de fósforo, bajo una densidad aproximada de siembra de 70,000 plantas por hectárea. El ensayo se realizó bajo un arreglo de parcelas divididas en diseño de bloques completos al azar, con 4 repeticiones por localidad. La parcela mayor correspondió a la variedad y la parcela menor correspondió a los niveles de manejo. Se hizo análisis por localidad y combinado. Los mejores rendimientos de grano se obtuvieron en la localidad de Yorito (6.74 t ha⁻¹). Los rendimientos de grano más bajos se registraron en la localidad de San Antonio (2.96 t ha⁻¹). El Sintético Regional de Sequía no se diferenció de manera significativa de las variedades locales con respecto al rendimiento de grano; sin embargo, se notaron diferencias significativas en la producción de biomasa (P<0.1). El manejo tuvo efectos significativos sobre el rendimiento de grano (P<0.01), variando de 3.51 t ha⁻¹ bajo el manejo tradicional hasta 4.66 t ha⁻¹ bajo el manejo óptimo. Hubo interacción positiva de la variedad con el nivel de manejo (P<0.05). La rentabilidad económica de los niveles de manejo PRM y Óptimo no fue sensible con el costo de los mismos; el agricultor obtiene un mayor retorno con sus prácticas tradicionales en la mayoría de los casos. Es necesario explorar más en los conceptos de valoración económica que pueda tener la protección y conservación de los recursos naturales en el mediano y largo plazo. Se recomienda continuar con los programas de investigación, transferencia tecnológica y de educación ambiental entre los agricultores de la zona.

Palabras claves: agronomía, maíz, sistemas de producción en laderas, conservación de suelos.

ABSTRACT

Durón, Fernando. 1998. Evaluation of Three Maize Production Systems in Hillside: Traditional, PRM and Optimum in the Municipalities of Yorito and Sulaco, Department of Yoro, Honduras. Special Project of the Agronomist Engineer Program, El Zamorano, Honduras. 105 p.

Six experiments were carried out in six localities of the municipalities of Yorito and Sulaco, in the basin of the Tascalapa river, Department of Yoro, Honduras, in order to evaluate technological improved alternatives that permit to increase the productive potential without affecting the quality of the natural resources of the area. It was evaluated the maize variety Sintético Regional de Sequía against the local variety of the farmer under three managing levels: (i) the traditional practice of the farmer; (ii) a low input technology, designated PRM, which includes the application of 70 Kg. ha⁻¹ of Nitrogen and 40 Kg. ha⁻¹ of Phosphorus, and the incorporation of mucuna 25 days after sowing with an approximate density of 60,000 plants ha⁻¹; and (iii) a high input technology, designated Optimum, consistent in the application of 150 Kg. ha⁻¹ of Nitrogen and 60 Kg. ha⁻¹ of Phosphorus with a sowing density of 70,000 plants ha⁻¹, approximately. The trial was designed under a split plot arrangement with 4 repetitions by locality. The greater plot corresponded to the variety and the smaller plot corresponded to the managing levels. The analysis was made combined and by locality. The best grain yields were obtained in the locality of Yorito (6.74 t ha⁻¹). The lowest grain yields were registered in the locality of San Antonio (2.96 t ha⁻¹). There were not significant differences between the local varieties and the Sintético Regional de Sequía with respect to the grain yield, however significant differences were noted in biomass production (P<0.1). The level of managing had significant effects on grain yield (P<0.01), varying from 3.51 t ha⁻¹ with the traditional managing to 4.66 t ha⁻¹ with the optimum managing. There was a positive interaction between the variety and the managing level (P<0.05). The economic profitability of the PRM and Optimum managing levels was not sensible to their costs; in almost every locality the farmer obtained more profit with his traditional practice. It is necessary to explore deeper into the concept of the economic value, which might have the conservation and protection of natural resources in the medium and long term. It is recommendable to continue with the investigation programs, technological transfer and environmental education processes among the farmers of the area.

Key words: agronomy, maize, production systems in hillsides, soil conservation.

NOTA DE PRENSA

LA AGRICULTURA SOSTENIBLE Y EL RETO DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN LADERAS

En respuesta al problema que plantea la poca eficiencia productiva de los sistemas de cultivo de maíz en las laderas de la zona de los municipios de Yorito y Sulaco, departamento de Yoro, se llevo a cabo en 1996 una proyecto de investigación dirigido a buscar alternativas tecnológicas que permitan hacer más eficientes las prácticas de cultivo de maíz de forma que se puedan proteger y conservar los recursos naturales de la zona.

El departamento de Yoro es una de las zonas de mayor producción de maíz del país; así mismo, la cuenca del río Tascalapa, dentro de la cual se encuentran los municipios de Yorito y Sulaco, es una de las principales fuentes de abastecimiento de agua del embalse hidroeléctrico “Francisco Morazán”.

El Programa Regional de Maíz para Centroamérica y El Caribe (PRM), un organismo internacional de investigación, financio el proyecto de investigación. El experimento incluyo la evaluación de las variedades de maíz y la forma tradicional de cultivo de seis agricultores de la zona; conjuntamente, se evaluaron dos propuestas tecnológicas mejoradas de cultivo. Se introdujo la variedad de maíz “Sintético Regional de Sequía”, variedad tolerante a la sequía.

Se estudio junto con los agricultores, la forma en que las variedades de maíz respondieron a la práctica tradicional de cultivo y a las tecnologías mejoradas. Se denomino a la primera propuesta “PRM”, la cual consistió en la aplicación moderada de fertilizantes y la inclusión de la mucuna, frijol abono que sirve como fertilizante natural y ayuda a prevenir y controlar la erosión. La segunda tecnología fue denominada “Optima”, esta consistió en la aplicación de un nivel alto de fertilizantes junto con altas densidades de siembra.

Al analizar los resultados del experimento se descubrió que no hubo mayor diferencia entre las variedades de maíz usadas por los agricultores y la variedad de maíz mejorada. Sin embargo, quedo demostrado que el cultivo de maíz se desarrolla mejor si se le apoya con la aplicación de fertilizantes; los rendimientos de maíz más altos se registraron bajo el sistema “óptimo”, seguidos del sistema “PRM”. La práctica tradicional del agricultor registro los rendimientos de maíz más bajos a través de las localidades de experimentación.

Si bien es cierto, la calidad del suelo y del ambiente de los sitios de cultivo es un factor determinante para la producción, en la mayoría de los casos, el uso de prácticas que consideren la aplicación de fertilizantes, ya sean naturales o químicos, puede alargar la vida útil de un campo, al tiempo que se obtiene una mayor cantidad de grano en la misma extensión de tierra. En consecuencia, es posible reducir el avance de la frontera agrícola, previniendo el deterioro de los recursos naturales.

Aunque la rentabilidad económica de las propuestas tecnológicas estudiadas no resulta sensible con el costo de las mismas y observándose que las prácticas tradicionales de cultivo del agricultor le resultan más rentables, es recomendable que se eduque y profundice más en los conceptos de valor económico que tienen la conservación de los suelos, la disminución de la tala y descombre de los bosques y el abastecimiento de agua en cantidad y calidad.

Las prácticas de agricultura sostenible en áreas frágiles como las laderas de nuestro país, deben ser un objetivo de los programas de investigación y transferencia tecnológica. En este contexto también juega un papel preponderante el sector político, puesto que es este quien tiene la tarea de diseñar políticas de crédito sensibles a las condiciones de los pequeños y medianos agricultores, políticas que estén de acorde con el objetivo primordial de proteger y conservar los recursos naturales para su aprovechamiento presente y futuro.

CONTENIDO

Portadilla.....		i
Autoría.....		ii
Páginas de firmas.....		iii
Dedicatoria.....		iv
Agradecimientos.....		v
Agradecimiento a patrocinadores.....		vi
Resumen.....		vii
Nota de prensa.....		ix
Contenido.....		x
Indice de Cuadros.....		xii
Indice de Figuras.....		xvii
Indice de Anexos.....		xix
1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1	Agricultura sostenible y el ambiente.....	3
2.2	El maíz en los países en desarrollo.....	6
2.2.1	Síntesis de la situación actual del maíz en Honduras.....	8
2.3	Desarrollo del Sintético Regional de Sequía.....	9
2.4	Leguminosas de cobertura en asocio con maíz.....	10
2.5	Caracterización de la zona de la cuenca del Río Tascalapa.....	14
2.5.1	Ubicación.....	14
2.5.2	Clima.....	15
2.5.3	Geología.....	16
2.5.4	Suelos.....	17
2.5.5	Uso de la tierra y degradación de los suelos.....	21
2.5.6	Aspectos sociales.....	22
2.5.7	Aspectos económicos.....	25

3.	MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1	Localidades y Genotipos.....	27
3.2	Diseño experimental y tamaño de la parcela.....	27
3.3	Protocolo experimental.....	28
3.3.1	Siembra.....	28
3.3.2	Fertilización.....	29
3.3.3	Control de plagas y enfermedades.....	30
3.3.4	Mapa del ensayo.....	30
3.3.5	Mapa de la parcela.....	30
3.3.6	Mediciones.....	31
3.3.6.1	Toma de muestras de suelo.....	31
3.3.6.2	Mucuna.....	31
3.3.6.3	Días a 50% de floración masculina y femenina.....	31
3.3.6.4	Altura de la planta y altura de la mazorca.....	31
3.3.6.5	Cosecha final del grano y biomasa.....	31
3.3.6.6	Calificación estandar de enfermedades, insectos y aspecto de la mazorca.....	32
3.3.6.7	Aspectos socioeconómicos.....	32
3.4	Análisis estadístico.....	32
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1	Resultados del análisis de suelos.....	33
4.2	Resultados en la localidad de San Antonio.....	35
4.3	Resultados en la localidad de Rio Arriba 1.....	38
4.4	Resultados en la localidad de Yorito.....	43
4.5	Resultados en la localidad de Corozo.....	48
4.6	Resultados en la localidad de Rio Arriba 2.....	53
4.7	Resultados en la localidad de Cuyamapa.....	58
4.8	Análisis estadístico combinado.....	62
4.9	Análisis socioeconómico.....	74
4.9.1	Análisis de los componentes de producción.....	74
4.9.2	Análisis de costos y beneficios.....	80
4.9.3	Evaluación de las variedades y distintos niveles de manejo por parte de los agricultores.....	90
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
6.	BIBLIOGRAFÍA	96
7.	ANEXOS	99

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Altitud y localización geo-referenciada de los sitios de ensayo.....	27
2.	Material genético utilizado por los agricultores, 1996.....	27
3.	Densidades de siembra usadas por los agricultores en las distintas localidades.....	28
4.	Cantidad de fertilizantes aplicado por los agricultores en las distintas localidades.....	29
5.	Resumen de los datos del análisis de suelos de las seis localidades del ensayo, 1996.....	34
6.	Características agronómicas promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de San Antonio.....	36
7.	Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de San Antonio.....	36
8.	Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de San Antonio.....	37
9.	Rendimiento promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de San Antonio.....	37
10.	Características agronómicas promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Rio Arriba 1.....	41
11.	Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Rio Arriba 1.....	41
12.	Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Rio Arriba 1.....	42

13.	Rendimiento promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Rio Arriba 1.....	42
14.	Características agronómicas promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Yorito.....	46
15.	Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Yorito.....	46
16.	Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Yorito.....	47
17.	Rendimiento promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Yorito.....	47
18.	Características agronómicas promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Corozo.....	51
19.	Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Corozo.....	51
20.	Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Corozo.....	52
21.	Rendimiento promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Corozo.....	52
22.	Características agronómicas promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Rio Arriba 2.....	56
23.	Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Rio Arriba 2.....	56

24.	Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Rio Arriba 2.....	57
25.	Rendimiento promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Rio Arriba 2.....	57
26.	Características agronómicas promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Cuayamapa.....	60
27.	Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Cuyamapa.....	60
28.	Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Cuyamapa.....	61
29.	Rendimiento promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Cuyamapa.....	61
30.	Valores promedio de las características agronómicas por localidad.....	69
31.	Valores promedio de las características agronómicas por variedad y nivel de manejo.....	69
32.	Valores promedio de los componentes de rendimiento por localidad.....	70
33.	Valores promedio de los componentes de rendimiento por variedad y nivel de manejo.....	70
34.	Valores promedio de los componentes de rendimiento por localidad.....	71
35.	Valores promedio de los componentes de rendimiento por variedad y nivel de manejo.....	71
36.	Valores promedio de rendimientos por localidad.....	72

37.	Valores promedio de rendimientos por variedad y nivel de manejo.....	72
38.	Peso seco promedio de la biomasa de mucuna en asocio con la variedad local y el Sintético R.S. a través de las localidades del ensayo, 1996.....	73
39.	Comparación de pesos secos promedio de la biomasa de mucuna en asocio con las variedades locales y el Sintético R.S., 1996.....	73
40.	Componentes del sistema de producción de maíz bajo distintos niveles de manejo en la localidad de San Antonio (Sr. Alejandro Estrada).....	77
41.	Componentes del sistema de producción de maíz bajo distintos niveles de manejo en la localidad de Rio Arriba 1 (Sr. Hipolito Hernandez).....	77
42.	Componentes del sistema de producción de maíz bajo distintos niveles de manejo en la localidad de Yorito (Sr. Nestor Lazo).....	78
43.	Componentes del sistema de producción de maíz bajo distintos niveles de manejo en la localidad de Corozo (Sr. Rodrigo Palma).....	78
44.	Componentes del sistema de producción de maíz bajo distintos niveles de manejo en la localidad de Rio Arriba 2 (Sr. Anacleto Urbina).....	79
45.	Componentes del sistema de producción de maíz bajo distintos niveles de manejo en la localidad de Cuyamapa (Sr. Miguel López).....	79
46.	Análisis de costos y beneficios de los distintos tratamientos en la localidad de San Antonio.....	84
47.	Análisis de costos y beneficios de los distintos tratamientos en la localidad de Rio Arriba 1.....	85
48.	Análisis de costos y beneficios de los distintos tratamientos en la localidad de Yorito.....	86
49.	Análisis de costos y beneficios de los distintos tratamientos en la localidad de Corozo.....	87
50.	Análisis de costos y beneficios de los distintos tratamientos en la localidad de Rio Arriba 2.....	88
51.	Análisis de costos y beneficios de los distintos tratamientos en la localidad de Cuyamapa.....	89
52.	Ventajas y desventajas de las variedades locales utilizadas	

	por los agricultores en las localidades de San Antonio, Yorito y Corozo.....	90
53.	Ventajas y desventajas del Sintético Regional de Sequía según apreciación de los agricultores en las localidades de San Antonio, Yorito y Corozo.....	91
54.	Ventajas y desventajas de los “PRM” y Optimo según apreciación de de los agricultores.....	92

INDICE DE FIGURAS

Figura		
1.	Imagen LandSat TM del Departamento de Yoro, Honduras, mostrando la ubicación de la cuenca Tascalapa.....	15
2.	Mapa geológico de los Municipios de Yorito y Sulaco.....	17
3.	Mapa de suelos de los Municipios de Yorito y Sulaco.....	20
4.	Centro poblacionales de los Municipios de Yorito y Sulaco según proyecciones para el año 2000.....	24
5.	Rendimiento de grano del SRSeq y la variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Río Arriba 1.....	39
6.	Producción de rastrojo del SRSeq y la variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Río Arriba 1.....	40
7.	Producción de biomasa del SRSeq y la variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Río Arriba 1.....	40
8.	Granos por mazorca del SRSeq y la variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Yorito.....	44
9.	Efecto de la interacción de la variedad y el nivel de manejo en el rendimiento de grano en la localidad de Yorito.....	45
10.	Efecto de la variedad en la producción de rastrojo en la localidad de Yorito.....	45
11.	Efecto del nivel de manejo en el peso de la mazorca en la localidad de Corozo.....	49
12.	Efecto del nivel de manejo en el rendimiento de grano en la localidad de Corozo.....	50
13.	Efecto del nivel de manejo en la producción de biomasa en la localidad de Corozo.....	50
14.	Peso de 100 granos del SRSeq y la variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Río Arriba 2.....	53
15.	Porcentaje de desgrane del SRSeq y la variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Río Arriba 2.....	54

16.	Rendimiento de grano del SRSeq y la variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Rio Arriba 2.....	55
17.	Efecto de la interacción de la variedad con el nivel de manejo en el porcentaje de desgrane en la localidad de Cuyamapa.....	59
18.	Efecto del nivel de manejo en el rendimiento de grano del SrSeq y la variedad local en la localidad de Cuyamapa.....	59
19.	Rendimientos de grano promedio a través de las seis localidades del ensayo.....	65
20.	Efecto de la interacción de la variedad con el nivel de manejo sobre el rendimiento de grano a través de las seis localidades del ensayo.....	66
21.	Producción de rastrojo promedio a través de las seis localidades del ensayo.....	67
22.	Producción de rastrojo promedio del SRSeq y variedades locales bajo tres niveles de manejo a través de las seis localidades del ensayo.....	67

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Área cosechada, rendimiento, producción y consumo de maíz en Honduras, 1987-1996.....	100
2.	Medias y parametros estimados en el análisis de varianza para estabilidad de 8 variedades del Proyecto de Sequía en 6 localidades, 1990.....	101
3.	Respuesta al indice de sequía de 8 variedades sintéticas evaluadas en Guatemala en 1990.....	101
4.	Ganancia en la población de sequía de diferentes características a través del Indice de Sequía.....	102
5.	Parcelas de validación del Sintético B-107 en tres localidades de Honduras, 1993-A.....	102
6.	Ordenamiento territorial y clasificación de laderas para Yorito y Sulaco.....	103
7.	Encuesta a agricultores pre-siembra de los ensayos.....	104
8.	Encuesta a los agricultores post-cosecha de los ensayos.....	105

1. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de los países en desarrollo la expansión de la frontera agrícola es una realidad palpable y abrumadora; por lo general, las tierras que son abiertas para agricultura se encuentran localizadas en laderas. En Honduras, “donde casi un 80% del territorio esta bajo condiciones de laderas y montañas, se estima que aproximadamente 100,000 hectáreas de bosque son deforestadas anualmente para dar paso a actividades agrícolas, principalmente el cultivo de maíz y frijol” (Arevalo-Mendéz, 1994).

Según explica López y Barreto (1996), dado que la mayoría de la producción de granos básicos en el país es sembrada en áreas de ladera y por agricultores de pequeña escala, es importante tomar en cuenta la dinámica de los factores físicos y biológicos, así como las crecientes presiones sociales y la falta de tecnologías aplicables validadas en laderas; por lo tanto es necesario caracterizar sitios de reconocida diversidad e inestabilidad, pero delimitados naturalmente como son las cuencas hidrográficas.

En respuesta a la creciente demanda de alimentos impuesta por una población en constante aumento, la solución generalmente aplicada ha sido la habilitación de tierras nuevas para dar paso a usos agrícolas. Esta tendencia es sumamente peligrosa, puesto que es imposible seguir expandiendo las tierras arables, y de continuar esta tendencia llegaremos al punto donde la demanda sobrepase la disponibilidad de las mismas (Arevalo-Mendéz, 1994).

En la zona nor-oriental de Honduras se localiza el río Tascalapa, uno de los principales contribuyentes del río Sulaco, el cual junto con el río Humuya figuran como los principales tributarios de la represa hidroeléctrica Francisco Morazán (el Cajón), el mayor embalse con fines hidroeléctricos en el país. Este factor reviste de gran importancia la cuenca del río Tascalapa, y por ende todo trabajo encaminado a planificar el manejo y preservación de los recursos naturales de la misma.

“La cuenca del río Tascalapa es una área donde se puede apreciar una diversidad representativa de sistemas de uso de la tierra, así como, un buen ejemplo de una cuenca hidrográfica bajo diversos enfoques de manejo” (López y Barreto, 1996). De acuerdo a investigación realizada por COSUDE-SERTEDESO en 1995, en la mayoría de las laderas de la cuenca en mención se continúa con la degradación ambiental debido al avance acelerado de la frontera agrícola. La actividad agrícola en la cuenca en general presenta características de atraso en cuanto a la utilización de prácticas e insumos que mejoren la productividad, rentabilidad y sostenibilidad de los sistemas de producción (López y Barreto, 1996).

El Programa Regional de Maíz (PRM) ha venido generando tecnologías prototipos diseñadas para aumentar la productividad, pero conservando y/o mejorando el recurso base (suelo, bosque, agua, nutrimentos), de sistemas de producción de maíz en laderas;

para citar algunos ejemplos de tecnologías se pueden mencionar: introducción de nuevas variedades, densidades de siembra, fertilización química y orgánica, inserción de leguminosas de cobertura en asocio, relevo y/o rotación, labranza de conservación y otros métodos de conservación de suelos.

La presente investigación se encuentra enmarcada dentro de un contexto de manejo integrado de productividad y conservación de los recursos naturales de la cuenca y está orientada a evaluar prácticas básicamente de tipo agronómico, donde se comparará las variedades criollas contra el potencial productivo del Sintético Regional de Sequía, una variedad mejorada con tolerancia a factores de estrés hídrico, bajo tres tipos de manejo (nivel de utilización de insumos); el primero, el manejo tradicional del agricultor; el segundo una propuesta tecnológica denominada “PRM”, consistente en niveles moderados de insumos y asocio con mucuna; el tercer tipo de manejo, denominado “Óptimo” consiste en la utilización de un nivel alto de insumos.

Esta investigación se llevo a cabo en áreas, donde según dice el CIAT (1997), “se puede apreciar un ejemplo típico de sistemas de producción en laderas”, y donde la degradación del suelo es un problema fundamental en la sostenibilidad de la producción. La investigación permitirá establecer los límites actuales de productividad a diferentes niveles de insumos (bajo vs. alto). El diferencial entre estos dos niveles establecerá la brecha de rendimiento que debe ser vencida a través del manejo sostenible (e.g. inserción de leguminosas de cobertura, uso de residuos de cosecha y fertilizantes orgánicos, etc.).

El objetivo general y los objetivos específicos de la investigación son:

1.- Objetivo General:

- Contribuir al programa de manejo de los recursos naturales de la cuenca del río Tascalapa, en Yorito, Departamento de Yoro, Honduras, por medio de la evaluación de alternativas tecnológicas mejoradas para el aprovechamiento de los sistemas de maíz en laderas, con el propósito de identificar tecnologías prototipos que ayuden a aumentar el potencial productivo sin afectar la calidad de los recursos naturales de la zona.

2.- Objetivos Específicos

- Caracterizar y evaluar el sistema de producción tradicional (testigo del agricultor), contra la oferta tecnológica del PRM (variedad mejorada bajo diversos tipos de manejo).
- Elaborar una propuesta tecnológica que ayude a mejorar la producción de maíz en forma sostenible y a la vez contribuya a la protección y conservación del suelo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 AGRICULTURA SOSTENIBLE Y EL AMBIENTE

Según Saín *et al.* (1995), la idea de un desarrollo sostenible se ve desafiada por toda una gama de factores, los cuales van desde el derecho de las generaciones futuras a heredar un ambiente y recursos naturales funcionales, hasta el problema que representa la necesidad de altos niveles de inversión monetaria para poder contrarestrar los efectos negativos de los cambios climatológicos en el ámbito mundial.

El alarmante incremento de los efectos adversos producidos por las actividades humanas en los recursos acuáticos, atmosféricos, bióticos y abióticos de la tierra, evidencia claramente la necesidad de adoptar una actitud de manejo sostenible para poder garantizar la continuidad de los recursos de nuestro planeta. “En ningún otro lugar es esta necesidad más urgente que en los trópicos húmedos del planeta” (NRC, 1993). La gran mayoría de los pobladores de los trópicos, quienes subsisten en o por debajo de los niveles de pobreza, continúan dependiendo de la base de recursos para satisfacer sus necesidades básicas. Esta base de recursos debe de ser estabilizada, al tiempo que se vuelva mucho más productiva. “Es necesario adoptar acciones prontas y estudiadas, especialmente cambios positivos en las políticas para poder romper el patrón actual de deforestación desordenada, para revertir la degradación ambiental causada por sistemas de producción agrícolas o ganaderos inapropiados o mal manejados y para poder restaurar tierras abandonadas” (NRC, 1993).

De acuerdo al NRC (1993), existe una necesidad reconocida de sistemas de uso de las tierras que: “1) mantengan a largo plazo la integridad biológica y ecológica de los recursos naturales; 2) provean rentabilidad económica al nivel de finca; 3) contribuyan a mejorar la calidad de vida de las poblaciones rurales y 4) que se integren dentro de los planes y estrategias de desarrollo nacional de los países.”

“Una cuenca hidrográfica es una unidad tanto lógica como natural para la planificación de las actividades agrícolas, ambientales, socioeconómicas y de desarrollo” (Thurow y Juo, 1995). Las cuencas hidrográficas operan como un sistema definible. La naturaleza sinérgica de los flujos energéticos dentro de un sistema de cuencas es tal que si una porción o elemento que compone la cuenca experimenta degradación, puede causar efectos desestabilizantes sobre otras porciones o elementos que conforman el paisaje y que estén interrelacionados dentro de la cuenca (Thurow y Juo, 1995).

Dentro del contexto de la cuenca hidrográfica, las actividades de agricultura tradicional (roza y quema) representan una de las fuentes más importantes de degradación. Numerosos ejemplos de estas condiciones se dan sobre todo en las regiones de laderas de las cuencas hidrográficas a través de las zonas tropicales y subtrópicas del mundo (Thurow y Juo, 1995).

Se ha comprobado la relación existente entre la degradación de los recursos naturales y los crecientes niveles de pobreza que enfrentan nuestras sociedades. La raíz de los problemas ambientales no solo compromete los elementos técnicos (deforestación, erosión, contaminación de fuentes de agua, etc.), sino también una variedad de elementos sociales y económicos, posiblemente de más difícil solución que los elementos puramente técnicos.

En Centro América, así como a través de toda la América tropical, hay una falta de información sobre la relación causa-efecto entre degradación de los recursos naturales y la productividad. Por lo tanto, el deterioro ambiental se considera como uno de los factores que contribuyen de forma fundamental a la pobreza y la baja productividad (CIAT, 1993).

Incrementar la productividad de la tierra requiere de inversiones altas, las cuales están fuera del alcance económico de los pequeños agricultores de los países en vías de desarrollo. Es necesario desarrollar tecnologías que aumenten o mantengan la productividad de los suelos y que sean accesibles a los pequeños agricultores. Planificar e implementar un programa de investigación y extensión sobre manejo de suelos que sea efectivo a corto y mediano plazo deberá integrar elementos no solamente técnicos, sino también los diversos aspectos sociales, económicos y culturales que las prácticas de conservación de suelos implican en sitios específicos dentro de una microcuenca o una cuenca hidrográfica (Thurow y Juo, 1995).

Al momento de diseñar y ejecutar las políticas de desarrollo, tanto a nivel nacional como regional, se ha tendido a pasar por alto la gran proporción de pequeños agricultores que trabajan en condiciones marginales, tanto por la calidad de sus suelos como por el escaso acceso al financiamiento. “ En términos amplios, las políticas nacionales e internacionales han enfatizado el desarrollo urbano y los proyectos de infraestructura de gran escala por sobre las necesidades del sector rural” (NRC, 1993).

Debido al tipo de políticas expuestas anteriormente, los programas de investigación han centrado sus esfuerzos en el refinamiento de los sistemas de producción intensivos y de altos insumos, propios para áreas ricas en recursos, dejando a un lado los sistemas de bajos insumos y los de subsistencia. Se ha tratado de resolver los problemas agroecológicos desde perspectivas y plataformas de trabajo separadas, ya sea desde el punto de vista puramente agronómico o desde el punto de vista meramente ambiental, ignorando la correlación entre ambas posiciones.

De acuerdo a lo expuesto por Saín *et al.* (1995), tanto los agricultores ricos como los pobres explotan los recursos naturales a un ritmo en constante aceleración. Las presiones e incentivos que motivan tanto a unos como a otros hace poco probable que por voluntad propia vayan a invertir cantidades y esfuerzos significativos en la protección y conservación de los recursos naturales.

“Una agricultura sostenible puede proveer oportunidades para manejar los objetivos de productividad y protección ambiental simultáneamente” (NRC, 1993). Por medio de la adopción de prácticas alternativas de uso de la tierra que puedan reducir la necesidad de abandonar tierras de cultivo y que puedan restaurar suelos degradados a niveles de

productividad económicos y biológicos, los agricultores podrían satisfacer sus necesidades de alimento y tener un nivel de vida adecuado sin contribuir significativamente al deterioro de los bosques y de los recursos naturales (NRC, 1993).

Como bien lo expone López y Barreto (1996), “la problemática de la sostenibilidad agrícola en áreas frágiles como las laderas, involucra un balance entre el manejo de los recursos agrícolas y el nivel de demanda de los pobladores sobre éstos. La delimitación de áreas uniformes con respecto a su cobertura vegetal y su variación estacional (anual o permanente) constituye un índice de uso que permite integrar la distribución espacial y climática de los recursos naturales bosque, agua y suelo, en un contexto apropiado para evaluar alternativas tecnológicas que aumenten el potencial productivo sin afectar la calidad de los recursos naturales”.

La problemática de las laderas, específicamente en el área centroamericana ha sido evaluada ampliamente. Hasta la fecha son muchos los esfuerzos emprendidos para cambiar algunas “características perjudiciales”; con el fin de contribuir al desarrollo socioeconómico de las poblaciones, las cuales son en su mayoría de bajos recursos (Radulovich, 1995).

La amplia gama de prácticas específicas asociadas con la agricultura sostenible, incluye entre otras, las siguientes:

- Mulches y cultivos de cobertura;
- Fertilizantes químicos y orgánicos y otros enmiendas del suelo;
- Mínima y cero labranza;
- Uso de leguminosas como alimentos, cultivos de cobertura y en barbechos;
- Técnicas mejoradas de manejo de barbechos;
- Uso creciente de cultivos alternos, pasturas, arbustos y arboles (especialmente aquellos tolerantes a condiciones ácidas, salinas y de altos contenidos de aluminio);
- Curvas de nivel , terraceo y otras prácticas de conservación de suelos;
- Control biológico y otras técnicas de manejo integrado de plagas;
- Sistemas agroforestales y
- Sistemas de asocio, relevo e intercultivos que permitan aprovechar de mejor forma los recursos disponibles en la finca (NCR, 1993; CIAT, 1994; Arevalo-Mendéz, 1994; Bolaños, 1995).

Todas las prácticas mencionadas anteriormente pueden proveer a los agricultores con alternativas de manejo sostenible que permitan mejorar la productividad y conservar los recursos naturales.

Las metodologías de conservación particulares que son más apropiadas para una localidad dada varían dependiendo de la región geográfica en que esta se encuentre. Las necesidades locales y oportunidades, las circunstancias ecológicas, económicas, sociales y culturales, así como el estatus de la tierra y de los recursos acuíferos determinaran los métodos de conservación más apropiados. Por lo tanto, los sistemas agrícolas sostenibles

no pueden ser importados, estos deben ser diseñados de acuerdo a las oportunidades y limitantes locales, tratando en lo posible de adaptar las mejores tecnologías disponibles (NRC, 1993).

“En Centroamérica, en particular, el reto de revertir la degradación de los recursos involucra a casi todos los sectores o grupos que conforman la sociedad” (Saín *et al.*, 1995). Al momento de diseñar políticas y planes de conservación es necesario considerar un gran número de elementos e intereses afectados por los problemas que resultan del continuo deterioro de los recursos naturales (Saín *et al.*, 1995).

En el camino hacia la sostenibilidad, según considera el NRC (1993), el sistema agrícola de una nación necesitará diversificarse. El tomar ventaja de la apertura de mercados internacionales y de las nuevas actitudes de consumo de la población, permitirá usar más efectivamente los recursos naturales y culturales disponibles para balancear las necesidades sociales, económicas y ambientales.

2.2 EL MAÍZ EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO

En el ámbito mundial el maíz es el cereal más ampliamente cultivado. “Setenta países, incluyendo 53 países en desarrollo cultivan maíz en más de 100,000 hectáreas” (Dowswell *et al.*, 1996). Entre todos los cultivos de cereales del mundo, el **maíz** ocupa el segundo lugar en producción después del trigo, ocupando el arroz el tercer lugar. Sin embargo, entre los países con economías en desarrollo o tercer mundistas, el maíz ocupa el primer lugar de producción, tanto en Latino América como en África, pero el tercer lugar en Asia después del arroz y del trigo. (Dowswell *et al.*, 1996).

“Sesenta y cuatro por ciento del área mundial de cultivo de maíz se encuentra en los países en vías de desarrollo, pero solamente un 43% de la producción total se cosecha en estas zonas” (Dowswell *et al.*, 1996). La diferencia en los niveles de productividad entre los países industrializados y los países en vías de desarrollo es impactante. El rendimiento promedio por hectárea para los países industrializados es de 6.2 toneladas, en comparación con solo 2.5 toneladas por hectárea en los países en vías de desarrollo (Dowswell *et al.*, 1996). La disparidad en los niveles de rendimientos promedio es consecuencia de factores ambientales, tecnológicos y organizacionales.

El crecimiento de la agricultura a nivel mundial en los últimos años ha sido resultado no solo del incremento en áreas de cultivo sino también fruto de los avances hechos en tecnologías que han permitido incrementar la productividad de los sistemas agrícolas. En otras palabras los esfuerzos de los programas de investigación y difusión agropecuarios, tanto nacionales como internacionales, han tenido un impacto positivo sobre el crecimiento de la agricultura (CIMMYT, 1998).

La agricultura en latinoamérica, en general, no escapa a la tendencia de crecimiento. El crecimiento en la producción de cereales en la región latinoamericana, durante las tres décadas pasadas, se ha debido principalmente a cambios tecnológicos que han producido mayores rendimientos “(71% del crecimiento total)”, más que a la expansión del área

cultivada "(29%)". "Sin embargo, la posición relativa de la región en este sentido es solo mejor que la de Africa de Sub-Sahara" (CIMMYT, 1998).

En América Central la tendencia ha sido contraria a las tendencias generales de América Latina y el mundo. Durante los últimos diez años, para el caso, la tasa de crecimiento del consumo doméstico de maíz en América Central superó la tasa de crecimiento de la producción interna. "Como consecuencia, las importaciones netas de maíz a la región centroamericana crecieron en forma casi exponencial durante el periodo. El estancamiento en el crecimiento de la producción en América Central en los últimos diez años se debe básicamente al estancamiento de la productividad. Aunque con variaciones entre los países, para América Central como un todo hasta 1984, el crecimiento de la producción estuvo basado en el crecimiento del rendimiento" (CIMMYT, 1998). A partir de 1984, las tasas de incremento en los rendimientos se estanco y en algunos casos se redujo.

Saín y López-Pereira (1997) encontraron en su estudio, que en las últimas décadas y especialmente en los últimos cinco a diez años, la producción de granos básicos (particularmente maíz) en Centro América y México ha sido fuertemente afectada por importantes cambios de índole climática, política, social y económica. Así mismo, discuten que otros factores tales como la creciente integración de las economías, el fin de los conflictos internos, y la implementación de programas de ajuste estructural son los principales eventos que han influenciado las tendencias de consumo y producción de granos básicos en la región.

Con respecto a la forma como la producción de maíz es utilizada, Dowswell *et al.*, (1996) encontró que más de la mitad de producción de maíz es utilizada en forma directa como alimento humano, en los países andinos de Sur América, México, Centro América y El Caribe, África, y el Sur y Sudoeste Asiático. Dowswell *et al.* (1996), indica que el maíz suple por lo menos 15% de las calorías totales de la dieta alimentaria de la población de 23 países en vías de desarrollo, localizados casi todos en América Latina y África.

Aparte del uso del maíz como producto alimenticio de consumo directo, el maíz es utilizado de muchas otras formas, que van desde su aprovechamiento en el área agroindustrial hasta su uso como materia prima en la fabricación de combustibles basándose en etanol. La investigación de sistemas de producción de maíz eficientes y sostenibles es fundamental para el desarrollo óptimo de nuestros países. El maíz tiene un innegable rol social, tanto en el ámbito biológico como cultural.

Dowswell *et al.*, (1996) en su estudio establece que se necesitará un gran capital de inversión tanto en dinero como en esfuerzo para poder desarrollar obras de infraestructura, programas de investigación y extensión eficientes, sistemas de distribución y almacenamiento y sistemas de mercadeo que permitan capitalizar el potencial de producción de maíz del tercer mundo. Para que los esfuerzos expuestos anteriormente puedan tener éxito y producir el máximo retorno, es necesario que sean complementados

con políticas económicas que estimulen el crecimiento de la producción agrícola acorde con la sostenibilidad y manejo apropiado de los recursos naturales.

Como conclusión podemos citar lo expresado por los autores Saín y López-Pereira (1997), quienes establecen que las políticas de cambio tanto macroeconómicas, aunadas a los procesos de globalización y apertura de mercados, como los programas de reajuste estructural a nivel microeconómico no solo han afectado a la economía de nuestros países en general, sino que han definido y todavía están definiendo la forma en como se desenvuelve la agricultura en los países de la región. En particular, la reducción o eliminación completa de programas de estímulos a la producción, la reducción de barreras al comercio, la liberalización de los precios de insumos y productos, la desregularización de la tasa de cambio de la moneda, el control de la inflación y la reestructuración de los sistemas de investigación agrícola entre sector público y privado han sido determinantes de la forma en como se producen y como se producirán en el futuro los granos básicos en la región.

2.2.1 Síntesis de la situación actual del maíz en Honduras

En Honduras en particular, el maíz es el principal cultivo. Las modalidades de producción de maíz son: tradicional, semi-tecnificado y tecnificado. La producción promedio de maíz de los últimos diez años (1987-1996) fue de 553,470 Mg, con un rendimiento promedio de 1.43 Mg ha⁻¹. El Anexo No. 1, muestra los valores de área cosechada, rendimiento, producción y consumo per capita de maíz en Honduras, durante el periodo 1987-1996, con sus promedios y tasas de crecimiento exponencial.

A partir de 1993 se puede evidenciar una tendencia creciente en la producción de maíz. “De 1990 y hasta 1993, la producción de maíz creció de 5,500 a 6,000 Mg aproximadamente; en 1994 decreció hasta 4,900 Mg y en 1995 alcanzó la cifra de 6,750 Mg” (CIMMYT, 1998), en general se evidencia una tendencia hacia el alza de la producción en el mediano y largo plazo. “Según proyecciones en el año 2005 se producirán entre 7,500 Mg y 8,000 Mg de grano” (CIMMYT, 1998).

La utilización del maíz en el país se da de la siguiente forma: a) consumo humano (2,500 Mg a 3,500 Mg anuales); b) consumo animal (2,700 Mg en 1991 a 3,300 Mg en 1995); c) consumo industrial (2,910 Mg en 1995) y d) semilla (6,300 Mg a 6,700 Mg anuales) (CIMMYT, 1998).

El consumo de maíz muestra una tendencia de crecimiento, “con tasas anuales que varían entre 2.7% y 3.7%. Sin embargo, durante el periodo de 1981 a 1995 la ingesta de maíz por persona disminuyó de 72 a 60 Kg. año⁻¹” (CIMMYT, 1998). Las determinantes para el incremento en la demanda de maíz son la población (tanto su crecimiento como su composición), el ingreso anual y el precio del grano.

Según estudios de mercado realizados por el CIMMYT (1998), las importaciones de maíz han fluctuado en los últimos años, con una tendencia creciente en la dependencia de estas para cubrir la demanda. El 72% de la demanda es cubierta con la producción nacional, un

8% es cubierto con importaciones y el 1% restante proviene de donaciones. Las exportaciones de maíz han sido mínimas; el mayor volumen de maíz exportado se registro en 1991 con 1,000 Mg.

Es innegable la necesidad de mejorar las técnicas y sistemas de producción utilizados. Hasta cierto punto resulta insólita la necesidad de importación de grano en un país donde la economía y la cultura giran alrededor del maíz.

2.3 DESARROLLO DEL SINTÉTICO REGIONAL DE SEQUÍA

Reyes *et al.*, (1990) encontró que la mayoría de las áreas productoras de maíz de Centro América se cultivan bajo condiciones de temporal y suelos de ladera, cuya capacidad de retención de humedad es muy baja, lo cual contribuye a la manifestación de este factor abiótico adverso. Por esta razón el Programa Regional de Maíz esta generando y desarrollando variedades con tolerancia a factores abióticos tales como la sequía (Brizuela *et al.*, 1993).

“El objetivo del mejoramiento de maíz para tolerancia a sequía es incrementar el rendimiento subpotencial de un cultivo que induce por su incapacidad de llenar su demanda de evapotranspiración” (Bloom, 1988; citado por Reyes *et al.*, 1990).

En el desarrollo de las variedades de polinización libre con tolerancia a sequía se ha utilizado el mejoramiento poblacional utilizando el sistema de selección recurrente ya sea el método de medios hermanos y hermanos completos en donde cada variedad esta conformada por 10 a 12 familias como progenitores y considerada como la semilla original.(Brizuela *et al.*, 1993). Brizuela *et al.* (1993), indica que la población base para los materiales con tolerancia a sequía es la “tuxpeño selección sequía C6×BS-19”, proveniente del Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT).

Se evaluaron 400 líneas S1 de dicha población en tres localidades de Centro América: Choluteca (Honduras), Jutiapa (Guatemala) y San Andrés (El Salvador). En Honduras y El Salvador las líneas se evaluaron bajo condiciones de estrés, mientras que en Guatemala se evaluaron las líneas bajo condiciones de estrés y bajo condiciones óptimas de riego con el objeto de hacer comparaciones y determinar si las mismas líneas sobresalientes bajo estrés eran las mismas bajo condiciones óptimas de manejo (Brizuela *et al.*, 1993).

En su estudio Brizuela *et al.*, (1993) reporta que se han desarrollado cuatro ciclos de selección en la población; el 20% de la fracción superior se ha recombinado por el sistema de medios hermanos y la formación del Sintético experimental por el cruzamiento dialélico por las mejores 6 a 8 líneas de la fracción superior de la evaluación.

Durante 1990, se evaluó el Sintético B-107 en comparación con otras variedades de polinización abierta provenientes de Centro América en seis localidades en donde el Sintético B-107, ocupó el primer lugar, superando al testigo local (maicillo) en un 37% (ver Anexo No. 2). Además, se determino la estabilidad de acuerdo al modelo de

Eberthart y Russell, en donde se identificó a los materiales Chorotega B-105 y Sintético Local como los más estables ($B_i = 1$, $S_{di} = 0$) (Informe de Proyecto de Sequía, 1991).

De acuerdo a los datos del índice de sequía (escala de 0-1 donde 0 es no tolerante y 1 tolerante) (ver Anexo No. 3) se seleccionó en Guatemala por presentar los rendimientos más altos durante los ciclos de evaluación los materiales Lujosa B-106 y Sintético B-107, siendo estos los que más toleraron la sequía, ya que presentaron índices de 0.904 y 0.709 respectivamente.

Durante 1992, según informa el “Proyecto de Sequía” (1991), se completó el tercer ciclo de selección de la población sequía; en el Anexo No. 4, se presentan las ganancias de selección; se determinó que la población aun mantiene alta variabilidad genética, además se presentó un alto porcentaje de líneas que toleran la sequía ya que en ambas localidades sobresalieron varios genotipos con altos rendimientos, además se progresó en el mejoramiento de la población, sobre todo en lo que respecta a pudrición de mazorca, acame de raíz, mala cobertura y rendimiento en ambas localidades.

En su última etapa el Sintético B-107 se evaluó en lotes semicomerciales durante 1993 (ver Anexo No. 5). Se presentan 4 pruebas de agricultores, establecidas en 4 localidades de Honduras, en donde la media de rendimiento superó al maicillo en un 29% y la media de rentabilidad fue superior al maicillo en un 226% (Brizuela et al., 1993). Como conclusión final del informe Brizuela et al., (1993) recomienda la siembra del Sintético B-107 para las zonas con escasa y errática precipitación, ya que es un material que tolera la sequía.

En otro estudio se evaluó la adaptación de variedades sintéticas de maíz con tolerancia a sequía a ambientes marginales de Centro América, este se llevó a cabo en 1990 por Reyes *et al.*, se examinaron los materiales BS-19, HB-104, Sintético Local, CENTA Pasaquina, Lujosa B-106, Sintético Regional, Chorotega B-105 y Maicillo como testigo local. Los autores encontraron diferencias significativas para rendimiento y características agronómicas en las localidades de Guatemala y Honduras. El análisis combinado detectó diferencias para las variables: ambiente, genotipo y la interacción localidad por genotipo.

Los Sintéticos Local y Regional mostraron adaptación a la mayoría de los ambientes de humedad limitada donde fueron evaluados (El Salvador, Choluteca y Comayagua). En los ambientes favorables el Sintético Regional fue sobresaliente y rindió un 38% (3.16 t ha^{-1}) más que el testigo local Maicillo, que rindió (2.30 t ha^{-1}) (Reyes *et al.*, 1990).

2.4 LEGUMINOSAS DE COBERTURA EN ASOCIO CON MAÍZ

No cabe duda que el uso de leguminosas de cobertura como abonos verdes tienen un efecto benéfico en la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. La leguminosa puede ser asociada en forma intercalada, en relevo y/o rotación, según los patrones de uso y del sistema predominante. “Los beneficios del asocio de cereales con leguminosas incluyen: a) aportación de nitrógeno (N) por fijación directa; b) radiación desaprovechada por el cultivo principal para producción de biomasa para abono verde; c) reducción de la erosión al mantener una mayor cobertura del suelo; d) reducción en la incidencia de malezas; e) preservación y mejora en las propiedades físicas y químicas de los suelos y f) posible reducción de plagas y enfermedades” (Bolaños, 1993).

Para una mejor comprensión de la leguminosa que forma parte de este estudio, se incluye a continuación una breve descripción de la *Stizolobium deeringianum* (Bort) conocida como Mucuna, compilada del artículo escrito por Zea *et al.*, (1990): Efecto de Intercalar Leguminosas a Diferentes Fechas de Siembra y Dosis de Fósforo sobre el Rendimiento de Maíz (*Zea mays* L.) en Centroamérica:

“La mucuna se conoce en Latinoamérica también como frijol terciopelo. Es una planta vigorosa de hábito indeterminado (trepadora), con tallo delgado, que se extiende hasta más de 6 metros de largo, hojas anchas y lisas; flores en racimos; las vainas en grupos de 10-14 curvas, de 10 a 12.5 cm de largo. Las semillas son negras y brillantes cuando maduran, aunque pueden ser también moteadas, dependiendo de la variedad. Su ciclo va de 170 a 200 días. Requiere clima cálido húmedo para su mejor desarrollo, adaptándose a alturas que van desde los 0 msnm hasta los 2100 msnm. Su adaptación en precipitación pluvial va de 650 mm a 2500 mm. No requiere especificidad para *Rhizobium*, pero la fijación de nitrógeno es mejor cuando más alta es la temperatura nocturna (la fijación es pobre con temperaturas inferiores a 18°C, 64°F). En cuanto a suelos, se adapta a un amplio rango, desde arenosos hasta arcillosos, incluyendo algunos con apreciable acidez. Su mayor utilidad ha sido como abono verde y como pastura temporal (forraje) aunque se le puede también ensilar, henificar y utilizar como cultivo de cobertura. Produce mucha materia seca y aporta buena cantidad de nitrógeno (200 Kg. ha⁻¹). Tiende a reducir los rendimientos de maíz y sorgo cuando se siembra asociada con ellos. En su composición se han encontrado valores promedio de 15.6% de proteína cruda, 34.5% de fibra cruda, 1.21% de Ca y 0.16% de P”.

Según documento presentado por Saín *et al.*, (1993) los agricultores perciben y asocian los efectos benéficos de sembrar en asocio con leguminosas (asocio con mucuna). De hecho según lo manifiesta Buckles *et al.*, (1992) en el documento "Tierra Cobarde se Vuelve Valiente" el sistema de asocio maíz-leguminosas se practica en la zona litoral de Honduras desde principios de los años 1970, habiendo sido la tecnología, introducida y difundida de forma artesanal de un agricultor a otro sin la asistencia de los servicios de extensión nacionales o privados. Se estimó que para 1992 aproximadamente un 66% de los agricultores de la zona sembraban una parte de su maíz (maíz de postrema) en asocio con leguminosas. Es en esta zona donde mejor se ha desarrollado la difusión y uso del sistema

de asocio con leguminosas de cobertura (sistema de aboneras). La zona es tropical y presenta alta precipitación pluvial, así como suelos relativamente profundos y fértiles. También se realiza esta práctica en áreas de Guatemala y México (Zea *et al.*, 1990).

Saín *et al.* (1993) expone, según estudio llevado a cabo con agricultores de la zona del Litoral Atlántico hondureño, que económicamente al agricultor le resulta más rentable sembrar maíz bajo el sistema de abonera (asocio con frijol abono) que bajo el sistema de siembra tradicional (barbecho o guamil) a partir del segundo año de implantación del sistema. Si el criterio de rentabilidad es el retorno a la mano de obra familiar, el sistema de abonera también resulta más rentable que el tradicional, del segundo año en adelante y así permanece por todo el período (aproximadamente 6 años como vida media de la abonera). Estos resultados se explican en parte debido al ahorro en mano de obra necesaria para la preparación del terreno y el control de las malezas; así como un aumento en el valor de renta de los terrenos que tienen sembrado frijol de abono según apreciación de los campesinos.

Si bien es cierto la apreciación de campo del agricultor y la racionalidad científica del investigador señalan múltiples beneficios al intercalamiento de leguminosas con maíz, se presentan también una serie de posibles desventajas tal y como lo señala Zea (1992), siendo estas: “competencia directa de la leguminosa por agua, radiación solar y nutrimentos con posibles reducciones a corto plazo en el rendimiento del maíz, debido a que la leguminosa actuaría como maleza” (Zea, 1992).

Barreto (1994), discute que existen muchas razones teóricas y evidencia experimental que indica que la siembra simultánea de leguminosas con maíz casi siempre reduce el rendimiento de este en comparación con el monocultivo. “La reducción en rendimiento es mayor mientras mayor sea la competencia impuesta por el asocio. Solamente en la medida que la leguminosa capte radiación, agua y nutrimentos que el cultivo de maíz desperdicia (escurrimiento, lixiviación, drenaje, evaporación directa, malezas, baja población de plantas), redundando entonces el asocio en beneficios netos al sistema” (Bolaños, 1993). Esta reducción en rendimiento por el asocio simultáneo fue reportada ampliamente en los ensayos regionales del PRM en 1988-1990.

Zea (1993), llevo a cabo nueve ensayos en nueve localidades de Centroamérica con el propósito de evaluar los efectos residuales de tres leguminosas sobre los rendimientos de maíz. Los resultados muestran una clara disminución de los rendimientos de grano del maíz durante el primer año de cultivo (- 438 Kg. en promedio), nivelándose las pérdidas durante el segundo año de cultivo con algún margen de beneficio (+ 439 Kg. en promedio). Se presentó bastante variabilidad de los resultados entre localidades, pero es de notarse la buena respuesta que presentó la mucuna en dos de las localidades (Ciudad Arce y Sacacoyo), lo que indica que esta leguminosa puede responder de manera positiva si se le brinda manejo (despunte) y se siembra en la fecha adecuada para minimizar la competencia con el cultivo principal.

Sosa Moran *et al.*, (1989) en un ensayo llevado a cabo para evaluar el efecto de varias leguminosas sembradas a diferentes épocas en el rendimiento del cultivo de maíz y posteriormente en el del frijol de relevo llego a la conclusión que el asocio maíz-mucuna a

30 días resultó con el mejor rendimiento de maíz (4.64 t ha^{-1}), superior en 38% al asocio con mucuna a los 15 días (3.27 t ha^{-1}).

En otro ensayo llevado a cabo en el Departamento de Yoro, Honduras durante 1992, López *et al.* (1993), obtuvo reducciones en el rendimiento del maíz de cerca de 0.15 t ha^{-1} en comparación con el monocultivo, pero una producción de más de 2.5 t ha^{-1} de biomasa de mucuna al final del ciclo del maíz. Esta biomasa de mucuna contribuye al control de malezas y aporta materia orgánica y nitrógeno (más de 40 Kg N ha^{-1}) para los siguientes ciclos. Se concluyó a partir de los resultados obtenidos en este ensayo que es viable el asocio simultáneo de mucuna con maíz, utilizando baja densidad de siembra de la leguminosa sin reducir los rendimientos de maíz.

Para ser rentable, la reducción en el rendimiento del maíz causada por los tratamientos de asocio simultáneo deberá ser compensada por un flujo debido a varios efectos benéficos del asocio: “a) una reducción en las labores de control de malezas; b) el valor de la producción de ejote y grano por la leguminosa; c) el valor residual de raíces y residuos como mulch estimados como el rendimiento de frijol en relevo; d) un incremento paulatino de la productividad a largo plazo por mejoría en las propiedades del suelo y e) reducción de la erosión” (Bolaños, 1993; Zea, 1993). El balance de estos flujos será un factor determinante para la adopción de esta tecnología por parte de los productores.

Otro de los objetivos del asocio es el uso de los residuos de la leguminosa como mulch para promover la labranza de conservación en siembras de relevo. El manejo del mulch sirve para mantener una cobertura sobre la superficie del suelo evitando el efecto destructor de la lluvia, mejorar el balance hídrico y aportar minerales y nutrimentos al suelo para cultivos siguientes (Durón, 1993). Sin embargo las leguminosas tiene características que limitan su efectividad como mulch tales como: “a) una rápida descomposición bajo condiciones ambientales favorables dado su alto contenido de N (relación C:N baja); b) un alto riesgo de pérdidas de N por volatilización y/o escorrentía ya que la mineralización de los residuos ocurre en la superficie; c) una poca durabilidad relativa de los residuos de leguminosas” (Bolaños, 1993). En comparación se ha encontrado que los residuos de cereales (bajos en N) por su alta relación C/N pueden durar mucho tiempo (6 a 8 meses), como mulch con buena cobertura del suelo antes de descomponerse (Bolaños, 1993).

Según Durón (1993), los suelos de los trópicos se benefician en gran forma del uso de prácticas de “mulching”. Según Triomphe, (1997), en 6-8 meses de guamil, la mucuna puede introducir cerca de $10\text{-}15 \text{ t ha}^{-1}$ de biomasa (contenido de $200\text{-}300 \text{ Kg. N ha}^{-1}$). Zea *et al.*, (1993) afirma que el efecto residual del mulch de la leguminosa como fuente de nutrimentos sobre el siguiente cultivo en relevo dependerá de la cantidad de biomasa y su composición química, retornada al sistema en comparación con el monocultivo. Ahora bien, según reconoce Triomphe (1997), producir y mantener un mulch suficiente que permita obtener beneficios perceptibles y concretos representa un gran reto para aquellos que trabajan en regiones con un potencial limitado para la acumulación anual de biomasa vegetal y en donde la competencia por el acceso a la tierra es fuerte.

Otro asunto importante de considerar con respecto al uso de sistemas de abonera (asocio con mucuna) es la posibilidad de introducir plagas y pestes importantes, al frijol en relevo y al maíz en el siguiente ciclo, por residuos de leguminosas establecidas en asocio en ciclo de primera, esta es una de las desventajas del sistema enumerada por Buckles *et al.*, (1992). Otra desventaja señalada por Buckles *et al.*, (1992) es el supuesto ablandamiento del suelo propiciado por la mucuna, hecho mencionado por los agricultores, lo que resulta en derrumbes durante los periodos de lluvia intensa (> 200-300 mm en uno o dos días) en las laderas con pendientes muy pronunciadas (> 60-70%). Sin embargo, como el mismo autor nota, estos derrumbes ocurren en la mayoría de las zonas que presentan estas condiciones de topografía y precipitación, cuenten o no con cobertura de mucuna y hasta en bosques vírgenes.

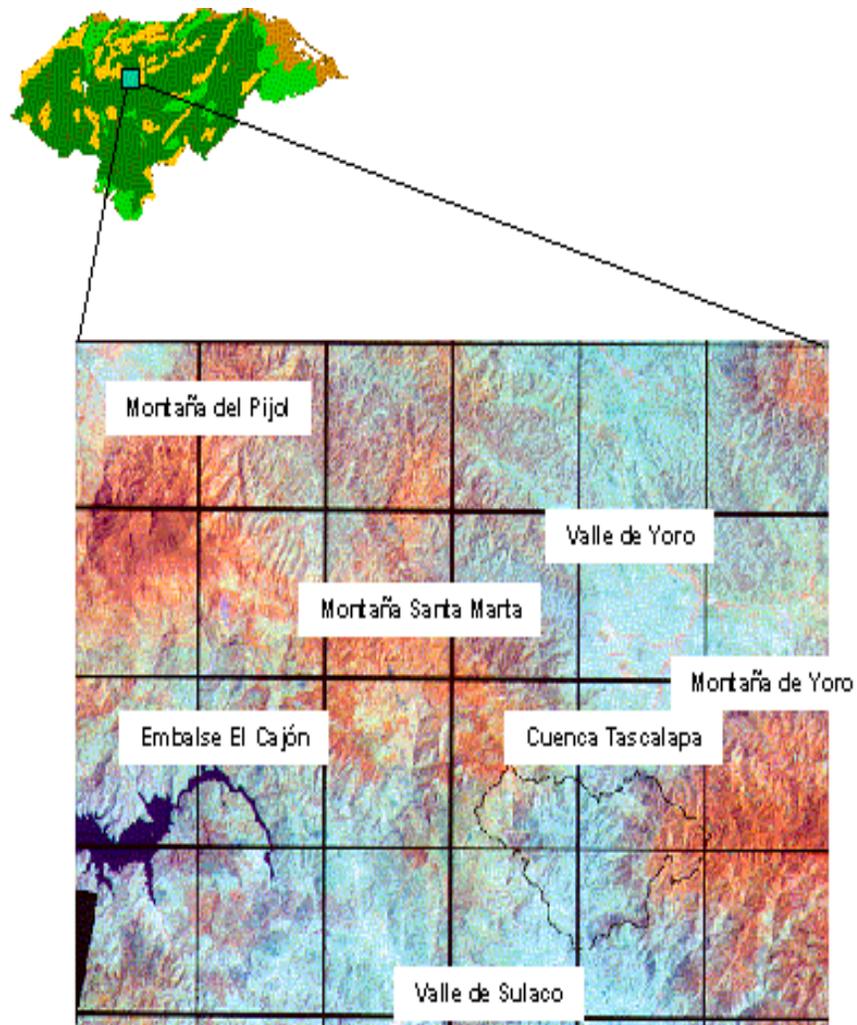
Es importante reconocer que el éxito del sistema de asocio de leguminosas con maíz estará restringido por las condiciones tanto físicas como socioeconómicas imperantes en una zona determinada. Para el caso, la zona Litoral Atlántica de Honduras, donde tanto éxito ha tenido este sistema, presenta condiciones extraordinarias respecto a precipitación, fertilidad de suelos y una serie de factores socioeconómicos favorables a la producción y comercialización de bienes agrícolas; el éxito del sistema de asocio de leguminosas (mucuna) en esta zona no puede utilizarse como receta para pretender implementar y difundir esta tecnología en otras regiones de Honduras, puesto que cada región presenta sus propias peculiaridades. Lo conveniente es considerar los principios básicos y tratar de adaptarlos y aplicarlos en una región dada de acuerdo a las necesidades particulares tanto del campesinado como de la tierra.

2.5 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE LA CUENCA DEL RÍO TASCALAPA

2.5.1 Ubicación

El área de estudio se encuentra ubicada en los Municipios de Yorito y Sulaco en el Departamento de Yoro en el centro occidental de Honduras. La microcuenca del río Tascalapa, dentro de la cual están ubicados los Municipios de Yorito y Sulaco, está situada entre las líneas latitudinales 14 56' Norte y 15 10' Norte y entre las líneas longitudinales de 87 10' Oeste y 87 23' Oeste (ver Figura 1) (Cox, 1997; Rodríguez, 1997).

En su mayoría, el área está constituida por formas de terreno relacionadas al paisaje de montaña, predominantemente de topografía fuertemente quebrada a escarpada (pendiente >25.0%), con la inclusión de pequeños valles intermontanos o áreas de acumulación, en posiciones relativamente bajas con respecto a su entorno, y topografía ligeramente ondulada (pendiente <12.0%) (Vaquero, 1997).



Fuente: www.intertel.hn/org/ciathill/yoro.htm

Figura 1. Imagen LandSat TM del Departamento de Yoro, Honduras, mostrando la ubicación de la cuenca Tascalapa.

2.5.2 Clima

El clima del área es de tipo intramontano, correspondiente a la zona central del país. La precipitación anual varía entre 1600 mm y 2000 mm en las montañas y un poco menos en las partes planas; en promedio se observan precipitaciones de 1300 mm. Del total de lluvia anual, alrededor del 87% se concentra en el periodo de mayo a octubre (seis meses), presentándose en el resto del año lo que se conoce como la estación seca (noviembre a abril), los valores de lluvia superan la demanda evaporante de la atmósfera (Cox, 1997; Rodríguez, 1997; Vaquero, 1997).

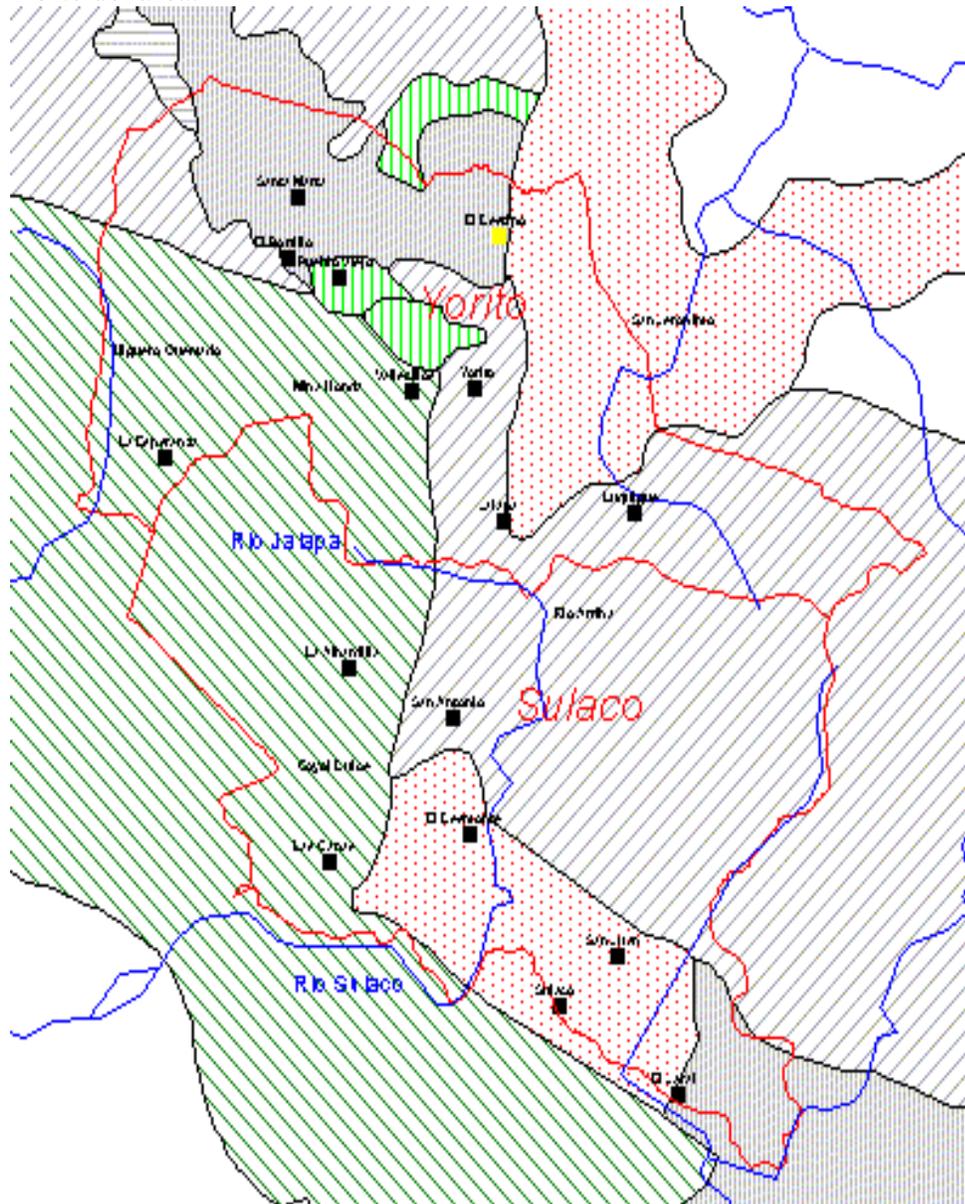
La temperatura media anual es de 26 °C, con los valores más bajos en diciembre y enero y los más altos en abril y mayo. La humedad relativa media anual es de 72%, fluctuando entre 60% (abril) y 81% (octubre). “Las estaciones de producción son tradicionalmente: primera (marzo a julio) y postrera (septiembre a noviembre). La canícula (intervalo más seco entre las estaciones de primera y postrera) ocurre en julio en la parte central del país” (Cox, 1997). Estos valores constituyen una referencia climática, puesto que dadas las diferencias en alturas, relieves y orientación de los terrenos de la zona, es de esperarse la ocurrencia de variaciones en los patrones climáticos antes establecidos (Vaquero, 1997). En la actualidad, el CIAT está monitoreando la precipitación por medio de una red de pluviómetros localizados a lo largo de la cuenca, con el propósito de utilizar la información en los procesos de manejo de los recursos naturales.

2.5.3 Geología

Según investigación llevada a cabo por Vaquero (1997), de acuerdo a consulta hecha al mapa geológico de Honduras (segunda edición, 1991), encontró que la geología del área de Yorito y Sulaco está compuesta por los siguientes materiales, en orden de predominancia:

- a) Grupo Yojoa (Ky).- Sector Oeste-Suroeste del área, compuesto principalmente por calizas y lutitas calcáreas interestratificadas.
- b) Grupo Valle de ángeles (Kva).- En su mayoría en el sector Sur-Suroeste y en menor proporción en el sector Noroeste del área, constituida por estratos de capas rojas constituidas por lutitas, limolitas, areniscas y lutitas calcáreas. Los conglomerados contienen esquisto, filita, cuarzo, caliza y fragmentos de roca volcánica.
- c) Esquistos Cacaguapa (Pzm).- En el sector nornoroeste, compuestos por una secuencia de rocas metamórficas de filitas, gneises y esquistos micáceos con cuarcitas y mármoles subordinados en la parte superior.
- d) Rocas Intrusivas (Kti).- Aparecen en el nornoroeste, pequeñas áreas de rocas intrusivas de granito y granodiorita.

- e) Grupo Honduras (Jkhg).- Secuencia de rocas sedimentarias sobre basamento del Paleozoico, consistente en lutitas intercaladas con areniscas, presentes en el centro Norte del área.



Fuente: www.intertel.hn/org/ciathill/yoro.htm

	Grupo Yojoa		Grupo Valle de Angeles
	Esquistos Cacaguapa		Rocas Intrusivas
	Grupo Honduras		

Figura 2. Mapa geológico de los Municipios de Yorito y Sulaco.

2.5.4 Suelos

De acuerdo a consulta hecha al mapa general de suelos de Honduras (FAO-C.S. Simmons,1969), Vaquero (1997), identifico en el área de estudio los siguientes tipos de suelo, en orden de predominancia:

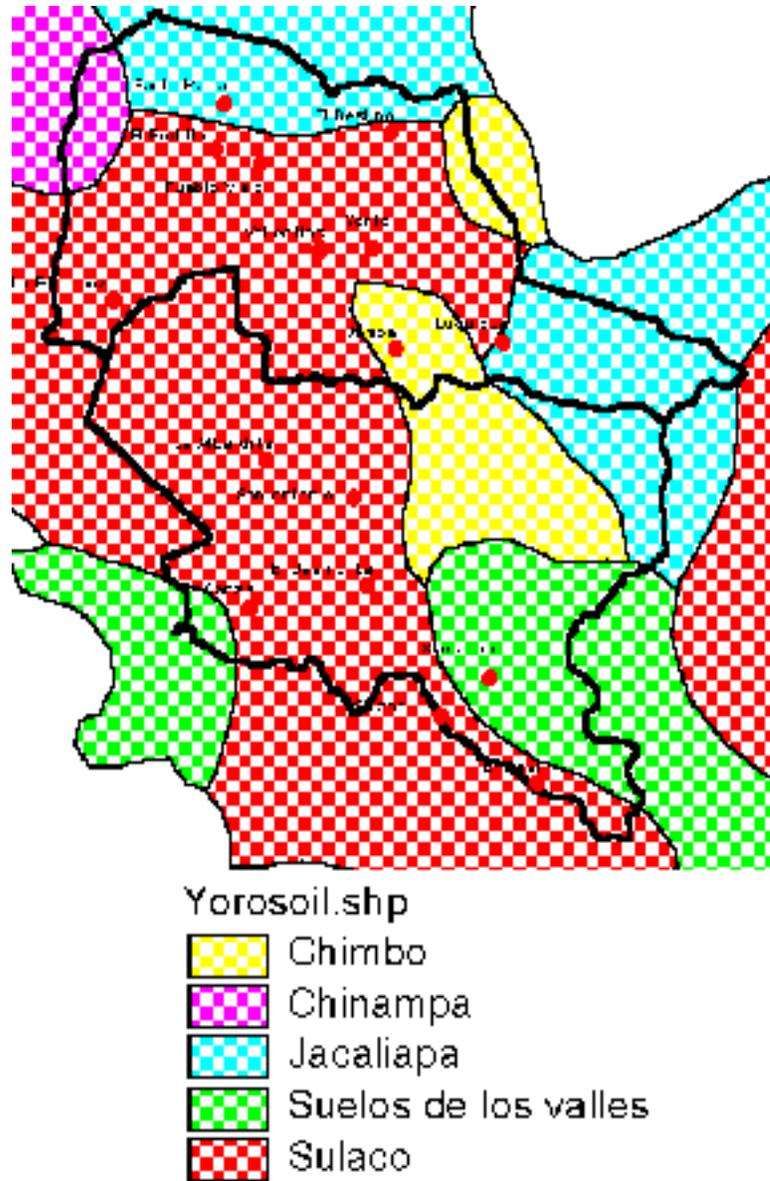
- Suelos Sulaco (Sector Oeste-Suroeste).- Suelos poco profundos, relativamente bien drenados, formados sobre caliza o mármol; ocupan un relieve escarpado y son frecuentes los afloramientos rocosos. Son suelos arcillosos, de color pardo oscuro a negro y reacción neutra a ligeramente alcalina en superficie, con un sustrato de caliza y su espesor varía desde unos pocos centímetros hasta cerca de 40 cm. En algunos sitios el suelo es más espeso y se ha formado un subsuelo arcilloso de color pardo rojizo. Son suelos de "Capacidad Agrológica" dentro de las clases IV y VII.
- Suelos Jacaleapa (Sector Noroeste y Centro Este).- Suelos poco profundos, bien drenados, formados sobre esquistos no micáceos; ocupan un relieve escarpado con pendientes mayores de 40%. El estrato superficial (unos 15 cm.), es franco arenoso muy fino a franco limoso, friable, pardo oscuro a muy oscuro y de reacción fuertemente ácida (pH 5.0 a 5.5); donde se ha formado, el suelo es franco arcilloso de color amarillo rojizo y reacción mediana a ligeramente ácida (pH 5.5 a 6.0), pero en la mayor parte de estos suelos los fragmentos de roca constituyen más del 75% de la masa. Debajo hay roca fragmentada, la cual varía desde pizarra y arenisca metamórfica hasta gneis o roca volcánica de grano fino. En la superficie y masa del suelo son frecuentes las piedras y afloramientos rocosos. Estos suelos pertenecen a la clase VII de "Capacidad Agrológica".
- Suelos Chimbo (reas aisladas en el sector central del área).- Suelos poco profundos, bien drenados, formados sobre pizarras rojas calcáreas; ocupan relieve colinoso o escarpado, donde son frecuentes las pendientes mayores de 40%. El estrato superficial (15 a 25 cm.), es franco limoso a franco arenoso muy fino, pardo rojizo oscuro, friable y reacción ligeramente ácida (pH 6.0 a 6.5); por debajo hay pizarra fracturada y meteorizada, masiva o estratificada. La mayor parte de las áreas de estos suelos han sido desbrozadas y cultivadas y están gravemente erosionadas. Son suelos de alta erodabilidad y pertenecen a la clase IV y VII de "Capacidad Agrológica".
- Suelos Chandala (Sector Noroeste).- Suelos poco profundos desarrollados sobre calizas y pizarras interestratificadas que ocupan un relieve colinoso a escarpado, con pendientes superiores al 50.0%. El suelo superficial (20 cm.), es arcilloso, de color pardo oscuro a negro, adherente y plástico, de reacción neutra (pH 7.0); en algunos sitios este estrato es calcáreo debido a la presencia de fragmentos de caliza; por debajo predomina una mezcla de arcilla y piedra. La pedregosidad y/o rocosidad es superficial. Son suelos de clase IV y VII de "Capacidad Agrológica".

- Suelos Chinampa (Pequeñas áreas en el sector Noroeste).- Suelos profundos, bien drenados, formados sobre gneis o esquistos de grano grueso, ocupando relieve colinoso a escarpado, con pendientes entre 20% y 40%. El suelo superficial (25 cm.), es franco arenoso muy fino a franco arcillo arenoso fino, friable, de color pardo oscuro a pardo grisáceo oscuro y reacción ligeramente ácida (pH 6.0); el subsuelo (hasta 75 cm.), es franco arcillo arenoso, pardo amarillento a pardo rojizo friable, de reacción muy ácida (pH 5.0 a 5.5); por debajo hay gneis o esquistos de grano grueso, meteorizados y blandos. En algunos sitios se presentan con pedregosidad y/o rocosidad superficial. Son suelos de clase IV y VII de "Capacidad Agrológica".
- Suelos de Valles (SV).- En algunas partes del área de estudio se identificaron estos suelos, en los cuales, debido al nivel del estudio y escala de publicación del mapa, resultó imposible la separación de unidades de suelo.

“El estudio de suelos de Leforrest Miller (1982), presenta las unidades de suelo de Honduras adaptadas a la taxonomía americana, en un mapa a escala 1:1,000,000. De acuerdo a esta información, los suelos predominantes en el área son” (Vaquero, 1997):

- Lithic Dystropepts y suelos asociados de rocas ígneas y metamórficas ácidas en topografía montañosa (ITYf2). Aparecen en el sector Oeste-Noroeste y centro del área, cuyo componente dominante son los suelos Jacaleapa (estudio de Simmons). Es importante anotar que parte de los suelos del estudio de Simmons fueron incluidos en este estudio.
- Lithic Dystropepts y suelos asociados en topografía colinosa (ITYf1). Al igual que los anteriores, con los suelos Jacaleapa como dominante en áreas aisladas en el sector Noroeste del área.
- Lithic Haplustoll derivados de calizas en topografía colinosa (UHi1). Aparecen en el extremo Sudoeste y Noroeste del área, como componente principal y asociado con los suelos Chandabato.
- Lithic Haplustolls derivados de rocas calizas en topografía colinosa (UHi2). Ubicados en el sector Este del área, son los mismos suelos del MCHM, pero con mayor pendiente y mayor proporción de afloramientos rocosos.
- Oxic Dystropepts y suelos asociados de materiales aluviales antiguos, en terrazas disectadas (ITYe1). Estos suelos corresponden principalmente a los suelos Bilwi y Ahuasbila, los cuales no fueron mapeados por Simmons en esta área, y corresponden a suelos fuertemente ácidos (superficie) a muy fuertemente ácidos (en el subsuelo), profundos y con drenaje excesivo, de textura arenoso franco en superficie y subsuelo franco arcilloso a arcilla, de color rojo y con alto contenido de grava. Por los materiales de origen y la fisiografía del área, esta unidad parece no encajar dentro de la misma.

- Typic Ustropepts y suelos asociados en terrazas y aluviones antiguos (ITUa1). Los suelos en posiciones más baja y topografía plana fueron incluidos en esta unidad, corresponden a los suelos de los valles (SV) del estudio de Simmons.



Fuente: www.intertel.hn/org/ciathill/yoro.htm

Figura 3. Mapa de suelos de los Municipios de Yorito y Sulaco

2.5.5 Uso de la tierra y degradación de los suelos

La mayoría de los terrenos de la zona se encuentra bajo cultivo de granos básicos (maíz y frijol principalmente, con un poco de maicillo); sé práctica el sistema de guamil, pudiendo apreciarse una alta proporción de agricultura migratoria. Existen grandes áreas dedicadas a la ganadería extensiva, la cual se conjuga con las tierras agrícolas en época de sequía para aprovechar el rastrojo del ciclo de siembra anterior. Hay explotaciones hortícolas de pequeña escala, así como un poco de frutales, por lo general sembrados dentro del sistema de huertos caseros o familiares (Vaquero, 1997). La producción se da en tierras con pendientes de mediana a alta inclinación, por lo general sin aplicar prácticas de conservación de suelos, lo cual conlleva a altos grados de erosión de los suelos, que usualmente son poco profundos y pedregosos (Radulovich, 1995).

En las tierras donde no hay explotaciones agropecuarias, todavía se puede apreciar parte del bosque de coníferas (pino principalmente), bosques latifoliados (por lo general en las márgenes de ríos y quebradas), bosques mixtos de coníferas, hoja ancha y áreas de guamiles altos para la extracción de leña. En las zonas donde se ha dejado la tierra en reposo suficiente tiempo, se puede observar una rápida regeneración del bosque latifoliado, el cual puede tener un potencial de aprovechamiento económico en la forma de maderas semi preciosas. En las partes más altas del área, se encuentran también superficies dedicadas al sistema del cultivo del café con sombra y pequeños bosques de liquidambar (Vaquero, 1997).

Se presume que la secuencia en el uso de los suelos del área pasa por las siguientes etapas:

- Aprovechamiento del bosque original o secundario y/o tala para la limpieza de terrenos para su posterior uso agrícola.
- Uso de los terrenos para agricultura (principalmente de granos básicos), estableciéndose el sistema de agricultura migratoria, con lo que se ha propiciado un grave proceso de erosión del suelo y degradación de la biodiversidad, cuyos efectos tienden a expresarse en el empobrecimiento del potencial productivo del área, altamente dependiente de las condiciones y características del medio.
- Las áreas de mayor pendiente y suelos más "frágiles" (menor profundidad), pasan de una utilización para cultivos anuales, a un sistema de producción de pastos naturales (mezclados con "guamiles") para "sostenimiento" de una ganadería de carácter extensivo.
- Las áreas de menor pendiente o con suelos más resistentes continúan utilizándose para la agricultura migratoria de granos básicos y por su exposición permanente a los efectos erosivos, una porción de las mismas terminan en terrenos con una alta exposición del lecho rocoso, donde la agricultura migratoria adquiere las propiedades de un sistema "extensivo" de rotación entre un monocultivo (principalmente el frijol sembrado en los espacios entre afloramiento) y tierras en descanso (normalmente uno o dos ciclos de cultivo y cuatro a cinco ciclos de descanso) (Vaquero, 1997; Rodríguez, 1997).

El barbecho, que de implementarse por un considerable número de años restaura la capacidad productiva de los suelos, deja de ser una opción viable en la medida que se incrementa la presión por la tierra. Este hecho redundará en mayor insostenibilidad del sistema (Radulovich, 1995).

Tanto sea la tierra utilizada para cultivos anuales o para ganadería extensiva, las tierras invariablemente terminan en “guamiles altos”, como resulta evidente en la apreciación visual de la zona de laderas. Este factor disminuye en sobremanera el potencial productivo de los sistemas de explotación agrícola en el área.

Aunque no existen fuentes de información formal relevante a la fertilidad de los suelos del área de estudio, SERTEDSO considera la fertilidad de los suelos de la zona en el rango de media a baja. Esto es producto de los sistemas productivos altamente extractores de nutrientes y de las altas tasas de erosión, especialmente en el área de laderas (Rodríguez, 1997).

En el Anexo No. 6, se muestra el ordenamiento territorial y clasificación de las laderas de los Municipios de Yorito y Sulaco hecho por López y Barreto (1996).

2.5.6 Aspectos sociales

Es innegable que a la raíz de la problemática productiva se encuentra una serie de factores sociales, económicos y culturales cuya completa dimensión es incluso imposible de comprender. Entre estos destacan aquellos factores fácilmente comprensibles por medio de indicadores como ser: bajo nivel de escolaridad y alfabetismo, altas tasas de fecundidad y mortalidad infantil, severos problemas de desnutrición, inadecuada higiene, falta de agua potable, hacinamiento y otros que es innecesario mencionar aquí y que se encuentran documentados por el DRI-Yoro (Radulovich, 1995).

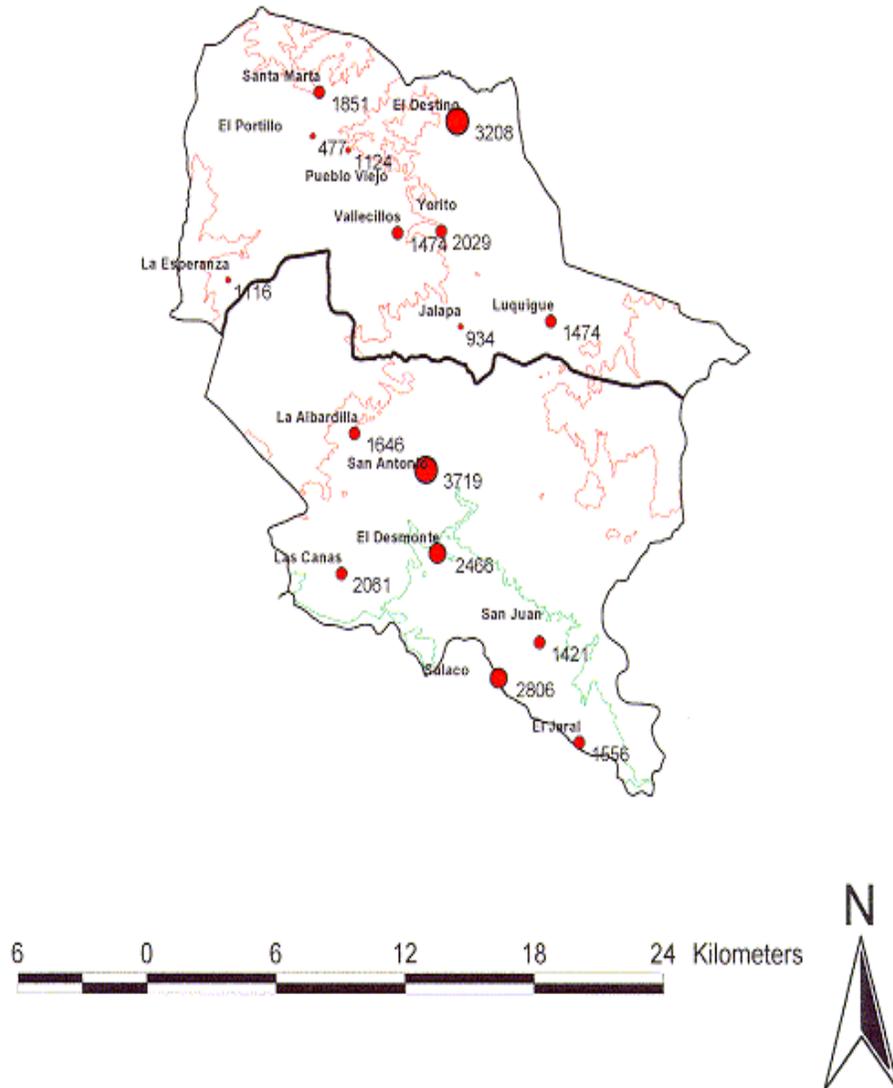
La población de ambos municipios se estima en 12,294 y 14,080 habitantes para Yorito y Sulaco, respectivamente, lo cual comparado al censo de población de 1988, representa tasas de crecimiento anual de “3.6% y 3.3%” (Rodríguez, 1997). La cantidad de tierra disponible por individuo es cada vez menor, y la densidad poblacional llega en muchas zonas a niveles por sobre los 50 habitantes por kilómetro cuadrado (Radulovich, 1995).

En Yorito, el 30.0% de la población pertenece a la etnia Xicaque, quienes viven en las montañas y se dedican a actividades agrícolas, mientras que en Sulaco solamente el 1.0%. El resto de los pobladores se conocen como ladinos. En general, tanto para los ladinos como para los xicaques, la principal actividad de generación de ingresos es la agricultura, especialmente los granos básicos, el café y unas pocas hortalizas (Rodríguez, 1997).

En Yorito, los suelos son utilizados principalmente para la producción de cultivos anuales, cultivos permanentes, guamiles y pastos naturales. En Sulaco, por su parte, se utilizan en cultivos anuales, pastos cultivados y mejorados. Las áreas dedicadas a cultivos y pastos naturales se han incrementado en ambos municipios, en comparación con lo utilizado hace

20 años. En Sulaco, comparado con Yorito, es superior la extensión dedicada a pastos, lo mismo que el número de cabezas de ganado. La mitad de la producción de maíz y frijoles de ambos municipios se destina al mercado, lo mismo que casi el total de la producción de arroz; lo anterior es indicativo del alto grado de orientación al mercado de los pobladores de Yorito y Sulaco (Rodríguez, 1997).

El nivel de bienestar de la población es satisfactorio, si se considera que de acuerdo a una muestra del DRI-Yoro, más del 80.0% poseen vivienda propia, y más del 75.0% poseen letrina integrada, y agua de tubería o de pozo. Adicionalmente, el 57.0% de los habitantes de Yorito y el 63.0% de los de Sulaco son alfabetos, encontrándose que más de la mitad han finalizado las escuela primaria (Rodríguez, 1997).



Fuente: www.intertel.hn/org/ciathill/yoro.htm

Figura 4. Centros poblacionales de los Municipios de Yorito y Sulaco, según proyecciones para el año 2000

2.5.7 Aspectos económicos

Las actividades económicas más importantes, están representadas por aquellos productos de mayor comercialización. La principal actividad de generación de ingresos es la agricultura, principalmente maíz, frijoles y maicillo (se siembran 3,800 hectáreas de maíz, 880 hectáreas de frijol y 132 hectáreas de maicillo). El maíz y los frijoles muestran altos niveles de rentabilidad; tasas de beneficio/costo de 2.84 y 3.71, respectivamente. Otras actividades importantes son la elaboración de algunos productos derivados de la leche y la panificación artesanal, producción de algunos frutales como café y mangos, hortalizas, productos de cerámica, muebles y calzado (Rodríguez, 1997).

El huerto casero, un sistema de producción que generalmente es subestimado, pero que aporta muchos beneficios a la familia rural en forma de alimentos para una dieta balanceada, puede ser fomentado y en algunos casos redireccionado, representando un potencial productivo rentable que a la vez abre la puerta a una diversificación a mayor escala. Notablemente, la producción a pequeña escala permite con facilidad implementar prácticas que fomentan la sostenibilidad, lo cual se justifica plenamente en términos del retorno por la inversión (Radulovich, 1995). Además, presentan buen potencial de comercialización los siguientes: confección de ropa; apicultura; producción de cuero y avicultura.

Los indicadores de capacidad productiva instalada, muestran un hato ganadero superior a las 9,831 cabezas de ganado, con un área de pasturas de aproximadamente 8,600 hectáreas; si bien es cierto un considerable número de pequeños agricultores de ladera solamente poseen uno o dos animales (Radulovich, 1995). El área de cultivos permanentes es de 2,137 hectáreas, predominando el café (se siembran más de 2,000 hectáreas). En el aspecto forestal, unos doce aserraderos han estado operando en todo el Departamento de Yoro, con una producción que en 1992 se estimaba en 27.4 millones de pies de madera de pino y 200.4 millones de pies de madera latifoliada (Rodríguez, 1997).

De acuerdo al estudio de Rodríguez (1997), el 70% de los productores usa fertilizantes, el 80% herbicida, el 30% insecticida y el 43% semilla mejorada. Los insumos los adquieren en entidades de Yoro, Yorito, San Pedro Sula y El Progreso; los transportan en buses o camiones. Las principales limitaciones a la producción en la zona de los municipios de Yorito y Sulaco según Peck (1991) son: pendientes excesivas; minifundio; uso de la quema; sobre pastoreo; limitaciones en la alimentación del ganado en el verano; baja fertilidad de los suelos; pérdida del bosque natural y disminución de las fuentes de agua.

El principal canal de comercialización es el intermediario o coyote, el cual generalmente no vive en la comunidad, sino que proviene de San Pedro Sula, Morazán, El Progreso, El Negrito, Comayagua, Siguatepeque y El Salvador. Algunas veces, el intermediario provee servicios de mecanización a precios altos y financiamiento a altos intereses. El sistema de pagos es generalmente al contado. Los niveles de precios son variables, aunque en los últimos dos años han sido altos, por lo tanto atractivos para los productores (Rodríguez, 1997).

Rodríguez (1997), en el análisis final de su estudio de caracterización del área de Yorito y Sulaco recomienda la implementación de programas de investigación y extensión dirigidos a mejorar el rendimiento de los sistemas productivos imperantes en la zona, con la finalidad de hacerlos más eficientes y procurar la conservación de los recursos naturales. Así mismo, otra de sus consideraciones va dirigida hacia el diseño e implementación de programas de mercadeo y comercialización comunitaria de los productos agrícolas, buscando en lo posible la instauración y desarrollo de microempresas rurales, que tengan acceso a financiamiento.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIDADES Y GENOTIPO

La zona en estudio se localiza dentro del área de la cuenca del río Tascalapa, la cual está ubicada entre los parques nacionales de Montaña de Pijol y Montaña de Yoro. Los ensayos se ubicaron en los municipios de Yorito y Sulaco. La altura sobre el nivel del mar varía desde los 300 m.s.n.m., hasta los 800 msnm. Se realizaron un total de 6 ensayos en la región. En el cuadro No. 1 se enumeran los distintos sitios en los que se llevaron a cabo los ensayos junto con el nombre del agricultor colaborador, así como la altitud, longitud, latitud y respectivo porcentaje de pendiente del sitio.

Cuadro 1. Altitud y localización geo-referenciada de los sitios de ensayo.

SITIO	AGRICULTOR	ALTITUD (msnm)	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	PENDIENTE (%)
San Antonio	Alejandro Estrada	575 msnm	14-59'31"	87-17'54"	15
Río Arriba (1)	Hipolito Hernandez	640 msnm	15-01'00"	87-16'41"	18
Yorito	Nestor Lazo	730 msnm	15-03'78"	87-16'24"	11
Corozo	Rodrigo Palma	685 msnm	15-02'05"	87-17'02"	10
Río Arriba (2)	Anacleto Urbina	645 msnm	15-01'09"	87-16'36"	32
Cuyamapa	Miguel López	300 msnm	15-17'58"	87-29'75"	28

La variedad de maíz en estudio fue el “Sintético Regional de Sequía Omonita 95B”. Los agricultores utilizaron diversos materiales genéticos, como se puede observar en el cuadro No. 2, se sembró semilla de variedades mejoradas, semilla seleccionada por el agricultor y materiales criollos.

Cuadro 2. Material genético utilizado por los agricultores, 1996.

LOCALIDAD	VARIEDAD
San Antonio	F2 Guayape - HB 104
Río Arriba (1)	F3 Planta Baja
Yorito	F1 Guayape
Corozo	Blanco Santa Rita
Río Arriba (2)	Mezcla de Maíz Blanco y Amarillo
Cuyamapa	F3 Planta Baja

3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL Y TAMAÑO DE LA PARCELA

El ensayo se realizó bajo un arreglo de parcelas divididas en diseño de bloques completos al azar, en donde la parcela mayor correspondió a la variedad y las parcelas menores correspondieron a los distintos tipos de manejo (2 variedades × 3 tecnologías), con 4 repeticiones por localidad, en parcelas de 6 surcos × 6 metros de largo, a densidades de siembra según el tipo de manejo.

Variedades:

- 1) Testigo del agricultor.
- 2) Sintético Regional de Sequía.

Manejos:

- 1) Manejo del Agricultor.
- 2) Manejo del PRM (fertilización moderada, inserción de mucuna).
- 3) Manejo Optimo (altos niveles de fertilización).

Se trató la semilla del Sintético Regional de Sequía con fungicida e insecticida.

3.3 PROTOCOLO EXPERIMENTAL

3.3.1 Siembra

Para los diferentes niveles de manejo, la siembra se hizo del modo siguiente:

- Manejo del Agricultor:

Las distintas densidades de siembra utilizadas por los agricultores se muestran en el cuadro No. 3.

Cuadro 3. Densidad de siembra usada por los agricultores en las diferentes localidades.

LOCALIDAD	DENSIDAD (Plantas/metro lineal)
San Antonio	7.0
Río Arriba (1)	5.5
Yorito	5.5
Corozo	7.0
Río Arriba (2)	6.0
Cuyamapa	5.0

- Manejo PRM:

Maíz a 0.95 metros entre surcos y 0.33 metros entre plantas sembrando de dos a tres semillas por postura para lograr una densidad aproximada de 60,000 plantas/ha. La mucuna se sembró al aporqué (aproximadamente a los 30 dds.), en surcos continuos, con semilla tratada, con 3 granos por postura a 50 cm., entre postura. Posteriormente se raleo a 2 plantas por postura.

- Manejo Optimo:

Maíz a 0.95 metros entre surcos y 0.28 metros entre planta, sembrando de dos a tres plantas por postura para lograr una densidad aproximada de 70,000 plantas/ha.

3.3.2 Fertilización

Se calcularon las dosis apropiadas de fertilizante según los distintos niveles de manejo:

- Manejo del Agricultor:

Los distintos niveles de fertilización aplicados por los agricultores se muestran en el cuadro No. 4.

Cuadro 4. Cantidad de fertilizantes aplicado por los agricultores en las distintas localidades

LOCALIDAD	FERTILIZACIÓN	
	Kg N ha ⁻¹	Kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹
San Antonio	35	25
Río Arriba (1)	0	0
Yorito	69	50
Corozo	25	0
Río Arriba (2)	0	0
Cuyamapa	0	0

- Manejo PRM:

Nitrógeno — 75 Kg ha⁻¹, aplicado en dos fracciones: 37.5 Kg. ha⁻¹ de N a los 10-15 días después de la siembra y 37.5 Kg ha⁻¹ de N a los 30-35 días después de la siembra.

Fósforo — 40 Kg de P₂O₅ ha⁻¹ aplicado a la siembra.

- Manejo Optimo:

Nitrógeno — 150 Kg ha⁻¹ aplicado en tres fracciones: 50 Kg. ha⁻¹ a los 15-20 días después de siembra; 50 Kg. ha⁻¹ a los 30-35 días después de siembra y 50 Kg ha⁻¹ a los 40-45 días después de la siembra (antes de la floración).

Fósforo — 60 Kg de P₂O₅ ha⁻¹ aplicado todo a la siembra.

3.3.3 Control de plagas y enfermedades

No se realizó control químico. No lo ameritó.

3.3.4 Mapa del ensayo

La parcela mayor corresponde a la variedad (testigo local vs. Sintético Regional de Sequía); la parcela menor corresponde a los tres tratamientos o niveles de manejo (testigo del agricultor, PRM y optimo).

« 36 metros »

<u>a</u>	<u>b</u>	<u>c</u>	b	a	c
b	c	a	<u>c</u>	<u>b</u>	<u>a</u>
c	a	b	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>c</u>
<u>c</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	a	b	c

LEYENDA:

Parcela Mayor

Sintético Regional

a

Variedad Local

a

Parcela Menor

a: Monocultivo del Agricultor.

b: Asocio con Mucuna (PRM).

c: Monocultivo con alto nivel de fertilizante.

3.3.6.5 Cosecha final del grano y biomasa. En primer lugar se demarcó el área de cosecha, determinando las plantas útiles a ser cosechadas por parcela; se procedió luego a contar el número de plantas por parcela. Una vez contado el número de plantas, se cosecharon las mazorcas, separándose las mazorcas en buen estado de las mazorcas podridas (apreciación visual, determinándose como mazorca en buen estado aquella que tuviera 2/3 de su cuerpo). Se obtuvieron los pesos de campo de las mazorcas buenas y de las mazorcas en mal estado.

Seguidamente se seleccionaron 12 mazorcas al azar por parcela, se contaron el número de hileras y el número de granos por hilera en una hilera escogida al azar. Luego se desgranaron todas las mazorcas cosechadas en la parcela y se determinó la humedad del grano por medio del medidor de humedad de granos “Dickey-John”.

Para obtener los datos de la biomasa se procedió a cortar una hilera de plantas representativas de la parcela, se cortó al pie de la planta y se midió el peso fresco de campo del rastrojo (tallos, hojas, espigas). Se obtuvo una submuestra de rastrojo para determinar su peso seco y luego corregir al 0.0% de humedad. Se guardó una muestra de rastrojo para ser enviada al laboratorio para análisis químico de la misma.

3.3.6.6 Calificación estándar de enfermedades, insectos y aspectos de mazorca. Se realizaron mediciones según procedimientos estándares de cosecha de ensayos agronómicos.

3.3.6.7 Aspectos socioeconómicos. Se realizaron dos encuestas, una a la siembra, para obtener datos sobre las prácticas de manejo del agricultor y una a la cosecha del maíz para recabar las impresiones del agricultor sobre su experiencia con la variedad mejorada, la mucuna y los distintos niveles de fertilizantes (ver Anexo No. 7 y 8).

3.4 Análisis Estadístico

De acuerdo al arreglo factorial del experimento, se procedió al análisis estadístico de los datos obtenidos por medio de un Análisis de Varianza para cada variedad con el propósito de explicar las interacciones satisfactoriamente. Se realizó una prueba de hipótesis para igualdad entre las parcelas principales, en este caso variedades, utilizando el error A, que equivale a la interacción bloque×variedad.

Las pruebas de hipótesis para igualdad entre subparcelas o niveles de manejo y de no interacción entre variedades con nivel de manejo se realizan utilizando el error B. El error B es la combinación de la interacción bloque×nivel de manejo, más la triple interacción entre bloque×variedad×nivel de manejo.

Ya que el análisis típico de un experimento de parcelas divididas no toma en cuenta la naturaleza de los factores (sean estos fijos o aleatorios), y en vista de que hay efectos sobre las pruebas de significancia según se consideren los factores fijos o aleatorios (Gómez, 1996), se aplicó el procedimiento de Random/Test, para obtener los valores esperados del cuadrado medio, los cuales son utilizados para determinar el error a utilizar en la prueba F. Para el análisis de los datos se utilizó el paquete de análisis estadístico “Statistical Analysis System “ (SAS®).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se presentan los resultados y discusión del análisis de la información recabada durante el proceso investigativo. Se presenta un cuadro resumen de los resultados del análisis de suelo que se hizo en las localidades de ensayo. Los resultados del análisis estadístico de las variables agronómicas se presentan por localidad, junto con un apartado correspondiente al análisis estadístico combinado. Así mismo, se presenta la información correspondiente al análisis socioeconómico de la investigación.

4.1 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELOS

En el cuadro 5 se presenta un resumen del resultado del análisis de las muestras de suelo recolectadas en los diversos sitios de ensayo. Se hizo análisis para conocer los valores de pH, materia orgánica, P, K, Ca, Mg, Al, Mn, Zn, Cu y Fe. Se utilizó para la interpretación de los datos la tabla de valores preestablecidos por el Ministerio de Recursos Naturales de Honduras, en la actualidad Secretaría de Agricultura y Ganadería.

El análisis de los datos sugiere que no hay variación para las características entre los sitios de muestreo de una localidad en particular, lo que indica cierta homogeneidad en los suelos. Sin embargo, existen diferencias en la calidad de los suelos de las distintas localidades en donde se llevó a cabo ensayos. Los datos de pH indican que los suelos varían de ligeramente ácidos hasta neutros en todas las profundidades muestreadas (0-5 cm, 5-20 cm, 20-40 cm, respectivamente) con valores en los rangos de 5.88 a 7.74.

Los contenidos de materia orgánica variaron entre las diferentes profundidades. Se evidencia una tendencia de disminución en los porcentajes de materia orgánica a partir de los 20 cm de profundidad; la localidad de Río Arriba 1 presenta los contenidos más bajos. En el resto de las localidades, los porcentajes se encuentran dentro de los niveles medios, lo que indica que hay un suministro normal de nutrientes al suelo por la descomposición de la materia orgánica.

Con respecto a los contenidos de fósforo (P) estos se encuentran en mayor nivel en los primeros 5 cm, con un rango de 2.05 ppm en la localidad de San Antonio hasta 31.12 ppm en la localidad de Cuyamapa. Los contenidos medios de P tienen niveles bajos en cuatro de las seis localidades. En la localidad de Yorito se observan niveles altos de P, dado que el agricultor fertiliza todos los años; la misma tendencia en los niveles de P se observan en la localidad de Cuyamapa, posiblemente debido a las actividades de conservación de suelos y la inclusión de abonos verdes en el sistema. En resumen los niveles de P pueden ser un factor limitante importante a la producción juntamente con el nitrógeno (N); estos factores deben ser considerados al momento de plantearse el problema de la conservación de los suelos, fuente de sostenibilidad del sistema.

Las bases extractables K, Ca, Mg muestran una tendencia de niveles medios a altos, por lo que se asume que la respuesta a los fertilizantes que contengan estos elementos no seria significativa en un incremento de los niveles de producción o que su respuesta puede ser errática y no responde necesariamente a la calidad del fertilizante aplicado. Estos elementos no son un factor limitante a la producción en este preciso momento pero deben tenerse en cuenta en el desarrollo e investigación de tecnologías sostenibles a corto y mediano plazo debido a las condiciones imperantes de producción con bajos insumos y alto potencial de degradación que se practican en la zona.

Los elementos menores Al, Zn, Fe y Cu se encuentran en todas las localidades en niveles bajos pero debido al sistema de producción y situación económica de los agricultores no se espera la adopción de una práctica de este tipo y tampoco se puede esperar una respuesta económica del sistema a la aplicación de fertilizantes con micronutrientes. Con respecto al Mn se encuentra en los niveles medios por lo que no se espera ningun problema de toxicidad o deficiencia de este elemento.

Cuadro 5. Resumen de los datos del análisis de suelos de las seis localidades del ensayo, 1996.

LOC	PROF (cm)	LUG*	pH**	M.O. (%)	P**** (ppm)	K**** (ppm)	Ca****	Mg****	Al****	Zn**** (ppm)	Mn**** (ppm)	Fe**** (ppm)	Cu**** (ppm)
San Antonio	0-5	c.a.	7.83	3.82	2.05	0.13	29.30	0.94	0.13	0.03	2	0.5	0.5
	5-20		7.48	4.83	9.70	0.10	35.5	1.09	0.01	0.02	3	2	1
	20-40		7.37	4.05	1.98	0.10	30.00	0.63	0.05	0.50	3	0.5	0.5
	0-5	s.e.	7.74	4.44	3.51	0.15	35.25	1.25	0.09	0.02	4	2	0.5
	5-20		7.73	4.75	3.87	0.13	40.50	1.09	0.08	0.02	4	0.5	1
Rio Arriba 1	20-40	c.a.	7.82	1.25	1.23	0.08	20.75	0.63	0.17	0.02	2	0.5	1
	0-5		7.30	1.79	11.02	0.31	19.75	1.41	0.01	2	68	6	1
	5-20		7.50	1.79	6.00	0.15	23.50	1.25	0.01	1	32	2	0.5
	20-40	s.e.	7.86	0.78	1.45	0.13	21.25	1.09	0.05	0.02	3	0.5	1
	0-5		6.04	3.43	15.21	0.67	12.75	1.72	0.01	5	33	4	0.5
Yorito	5-20	c.a.	7.68	2.49	3.30	0.15	18.25	1.64	0.01	0.50	16	1	0.5
	20-40		7.33	1.79	0.88	0.08	19.00	1.32	0.01	0.25	10	0.5	0.5
	0-5		7.20	3.04	16.53	0.46	16.25	2.27	0.01	3	41	15	3
	5-20	s.e.	5.90	2.41	16.07	0.26	24.00	2.89	0.01	2	15	16	1
	20-40		7.02	1.32	14.54	0.26	25.50	2.27	0.01	0.50	30	13	2
Corozo	0-5	c.a.	6.04	2.49	46.12	0.60	24.25	3.36	0.01	4	19	15	2
	5-20		5.76	2.26	17.17	0.36	23.75	3.05	0.01	2.50	12	13	1
	20-40		5.86	1.40	17.5	0.26	25.50	2.89	0.01	1	17	16	1
	0-5	s.e.	5.83	3.04	17.50	0.85	12.00	2.19	0.01	6.50	95	6	0.5
	5-20		7.16	1.48	16.46	0.33	16.75	2.03	0.01	2	52	10	0.5
Rio Arriba 2	20-40	c.a.	6.07	2.57	8.49	0.33	11.75	1.72	0.01	1.50	62	4	1
	0-5		6.37	3.35	14.47	1.18	13.75	2.50	0.01	8	84	7	0.5
	5-20		7.16	1.48	12.30	0.33	16.75	2.03	0.01	2	52	10	0.5
	20-40	s.e.	6.30	1.79	7.78	0.44	12.00	1.72	0.01	2.50	18	4	0.5
	0-5		6.95	2.57	1.40	0.20	21.00	2.66	0.01	0.50	50	2	0.5
Cuyamapa	5-20	c.a.	7.18	2.10	12.15	0.20	23.50	2.66	0.01	1.50	37	3	0.5
	20-40		7.66	1.71	9.38	0.08	23.00	1.88	0.01	0.50	2	0.5	0.5
	0-5		6.46	1.95	3.58	0.23	21.25	3.52	0.01	2.50	59	13	0.5
	5-20	s.e.	6.19	2.02	17.06	0.13	20.75	3.12	0.01	1.50	26	8	0.5
	20-40		5.88	1.32	17.00	0.10	19.00	3.67	0.01	0.50	15	8	1
Cuyamapa	0-5	c.a.	6.61	3.66	60.78	0.67	25.50	5.23	0.01	2.50	53	3	0.5
	5-20		6.43	3.12	31.12	1.05	25.00	5.39	0.01	1	99	4	0.5
	20-40		7.00	2.57	16.32	0.51	27.00	3.05	0.01	2	64	3	1
	0-5	s.e.	6.50	3.66	70.92	0.97	24.50	5.16	0.01	3	56	6	0.5
	5-20		6.34	3.58			25.50	5.31	0.01	2	72	4	0.5
20-40		6.85	3.19			24.75	4.61	0.01	3	54	3	0.5	

*Lugar: c.a.= campo del agricultor; s.e.=sitio experimental.

**pH determinado en agua, relación 1:25 suelo:agua.

***Al, Ca y Mg (meq/100 gramos de suelo) extraídos con KCl normal, relación 1:10.

****K, P, Mn, Zn, Cu y Fe en (partes por millon) extraídos con Olsen modificado, relación 1:10.

4.2. RESULTADOS EN LA LOCALIDAD DE SAN ANTONIO

En el cuadro 6 se presentan los valores promedio y análisis de varianza para las variables: altura de planta, altura de mazorca, mazorca podrida y planta acamada. La variedad Sintético Regional Sequía (SRSeq) fue más baja tanto en altura de planta como de mazorca (169 y 80 cm, respectivamente) que la variedad local (205 y 105 cm), y esta diferencia fue significativa ($P < 0.05$) para variedades. El porcentaje de mazorcas podridas resulto mayor en el SRSeq. con 10.6%, mientras que en la variedad local fue de 5.0%, siendo esta diferencia de porcentajes entre las variedades significativa ($P < 0.1$). La diferencia en el porcentaje de plantas acamadas, que fue de 8.0% para el SRSeq., contra 7.0% de la variedad local, no fue significativa para ninguno de los factores de variación.

Los valores promedio de las variables: mazorca por planta, peso de 100 granos, peso de mazorca, mazorca por metro cuadrado y plantas por metro cuadrado, junto con el respectivo análisis de varianza de las mismas, se presenta en el cuadro 7. A excepción de la diferencia de valores observada en plantas por metro cuadrado, las cuales fueron estadísticamente significativas a nivel de manejo ($P < 0.1$), ninguna de las otras variables (mazorca por planta, peso de 100 granos, peso de mazorca y mazorca por metro cuadrado) mostró diferencias significativas tanto para variedad, nivel de manejo o para la interacción variedad por manejo.

En el cuadro 8 se presenta la media de las variables: porcentaje de desgrane, hileras por mazorca, granos por hilera y granos por mazorca. En promedio, los valores de desgrane para ambas variedades bajo los distintos niveles de manejo se encuentran dentro de los rangos aceptados (79-85%). No se encontraron diferencias significativas para esta variable tanto entre variedades como dentro de los diferentes niveles de manejo, ni para la interacción variedad por manejo. La diferencia de hileras por mazorca fue estadísticamente significativa ($P < 0.05$) entre variedades, teniendo la variedad local un promedio de 14 hileras contra 13.5 del SRSeq. Las variables granos por hilera y granos por mazorca no presentaron diferencias significativas.

En el cuadro 9 se pueden apreciar los valores promedio de rendimiento de grano, producción de rastrojo, producción de biomasa y el índice de cosecha para ambas variedades bajo los tres niveles de manejo. Las diferencias de rendimiento de grano entre variedades, niveles de manejo y la interacción variedad por manejo no fueron significativas. La variedad local rindió 3.2 t ha⁻¹ mientras que el SRSeq., 2.9 t ha⁻¹, respectivamente. La producción de rastrojo no mostró diferencias significativas a nivel de variedad, manejo o nivel de interacción, sin embargo, la diferencia de 1.0 t ha⁻¹ de rastrojo producido por la variedad local es agrónomicamente importante por el potencial que tiene como cobertura al suelo y por su aporte de materia orgánica al sistema. La variable producción de biomasa fue significativa a la interacción variedad por manejo ($P < 0.05$), indicando que las variedades responden de una manera diferencial de acorde al nivel de manejo usado. El índice de cosecha no probó significativo para ningún factor.

Cuadro 6. Características agronómicas promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de San Antonio

Variedad	Manejo	Altura Planta (cm)	Altura de Mazorca (cm)	Mazorca Podrida (%)	Planta Acamada (%)
Sintético R.S.	Tradicional	166.00	81.00	12.11	3.61
Sintético R.S.	PRM	171.50	73.25	12.08	9.68
Sintético R.S.	Óptimo	168.75	85.00	7.58	10.47
Promedio por Variedad		168.75	79.75	10.59	7.92
Local	Tradicional	206.50	106.75	5.99	4.58
Local	PRM	205.00	102.00	5.80	8.59
Local	Óptimo	202.00	106.00	3.11	7.52
Promedio por Variedad		204.50	104.91	4.96	6.89
Fuente de Variación	Altura Planta	Altura de Mazorca	Mazorca Podrida	Planta Acamada	
Var	7668.37**	3800.16**	189.78*	6.27ns	
Rep(Var)	840.43	457.97	41.30	76.40	
Man	17.37ns	138.29ns	35.52ns	65.97ns	
Var x Man	33.87ns	30.54ns	2.01ns	7.68ns	
Error (b)	393.34	192.30	14.81	25.03	
Total	17533.62	9193.33	690.45	912.49	
C. V. (%)	10.62	15.01	49.46	67.51	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 7. Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de San Antonio

Variedad	Manejo	Mazorca/Planta	Peso 100 granos (g)	Peso Mazorca (g)	Mazorca/M ²	Plantas/M ²
Sintético R.S.	Tradicional	0.74	30.50	59.45	3.97	5.33
Sintético R.S.	PRM	0.87	30.75	71.22	4.58	5.26
Sintético R.S.	Óptimo	0.81	29.75	84.20	3.72	4.70
Promedio por Variedad		0.81	30.33	71.62	4.09	5.09
Local	Tradicional	0.81	32.75	81.40	4.23	5.15
Local	PRM	0.79	33.00	74.95	3.37	4.46
Local	Óptimo	0.76	31.50	90.82	3.39	4.39
Promedio por Variedad		0.78	32.41	82.39	3.66	4.66
Fuente de Variación	Mazorca/Planta	Peso 100 granos	Peso Mazorca	Mazorca/M ²	Plantas/M ²	
Var	0.00ns	26.04ns	695.52ns	1.07ns	1.11ns	
Rep(Var)	0.02	18.04	1179.19	1.03	1.39	
Man	0.00ns	3.50ns	676.20ns	0.65ns	0.97*	
Var x Man	0.01ns	0.16ns	191.80ns	1.09ns	0.21ns	
Error (b)	0.04	0.72	243.56	0.98	0.31	
Total	0.72	20.71	12429.49	22.65	15.68	
C. V. (%)	26.43	5.32	20.26	25.60	11.51	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 8. Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de San Antonio

Variedad	Manejo	Desgrane (%)	Hileras/Mazorca	Granos/Hilera	Granos/Mazorca
Sintético R.S.	Tradicional	81.55	13.97	31.25	436.45
Sintético R.S.	PRM	86.66	13.17	33.67	443.60
Sintético R.S.	Óptimo	81.70	13.45	32.75	440.50
Promedio por Variedad		83.30	13.53	32.55	440.18
Local	Tradicional	84.66	13.82	33.40	463.62
Local	PRM	79.66	13.47	32.22	434.47
Local	Óptimo	80.21	14.32	31.82	456.55
Promedio por Variedad		81.51	13.87	32.48	451.54
Fuente de Variación	Desgrane	Hileras/Mazorca	Granos/Hilera	Granos/Mazorca	
Var	19.38ns	0.70**	0.03ns	775.20ns	
Rep(Var)	73.04	0.10	32.83	6579.99	
Man	12.65ns	0.86ns	1.10ns	284.40ns	
Var x Man	51.21ns	0.52ns	7.56ns	691.74ns	
Error (b)	19.63	0.46	13.98	3307.49	
Total	820.94	9.64	382.15	81897.43	
C. V. (%)	5.37	4.96	11.49	12.89	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 9. Rendimiento promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de San Antonio

Variedad	Manejo	Rendimiento Grano (t ha ⁻¹)	Rendimiento Rastrojo (t ha ⁻¹)	Rendimiento Biomasa (t ha ⁻¹)	Índice Cosecha
Sintético R.S.	Tradicional	2.37	2.77	5.14	0.46
Sintético R.S.	PRM	3.23	3.67	6.91	0.47
Sintético R.S.	Óptimo	3.11	3.50	6.62	0.50
Promedio por Variedad		2.90	3.31	6.22	0.47
Local	Tradicional	3.29	5.19	8.49	0.39
Local	PRM	2.66	4.08	6.74	0.36
Local	Óptimo	3.11	3.54	6.65	0.46
Promedio por Variedad		3.02	4.27	7.29	0.40
Fuente de Variación	Rendimiento Grano	Rendimiento Rastrojo	Rendimiento Biomasa	Índice Cosecha	
Var	0.08ns	5.49ns	6.94ns	0.03ns	
Rep(Var)	2.33	3.06	7.41	0.02	
Man	0.16ns	0.46ns	0.09ns	0.00ns	
Var x Man	1.14ns	3.30ns	7.81**	0.00ns	
Error (b)	0.66	0.88	1.63	0.00	
Total	24.69	42.01	86.88	0.29	
C. V. (%)	27.46	24.79	18.91	21.40	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

4.3. RESULTADOS EN LA LOCALIDAD DE RÍO ARRIBA 1

En el cuadro 10 se presentan los valores promedio y análisis de varianza para las variables: altura de planta, altura de mazorca, mazorca podrida y plantas acamadas. La variedad SRSeq. resultó en promedio más baja (176 cm) que la variedad local (195 cm.) y esta diferencia es significativa para la interacción variedad por manejo ($P<0.1$), o sea que las variedades responden de manera distinta al nivel de manejo al que se les somete. La altura de mazorca, fue también en promedio menor en el SRSeq. (82 cm) que en la variedad local (93 cm), siendo significativa para el factor variedad ($P<0.1$) como también para el factor nivel de manejo ($P<0.1$). El porcentaje de mazorcas podridas y el porcentaje de plantas acamadas resulto similar en ambas variedades y entre los diferentes manejos y no son significativas estadísticamente para ninguno de los factores en estudio.

Los valores promedio de las variables: mazorca por planta, peso de 100 granos, peso de mazorca, mazorca por metro cuadrado y plantas por metro cuadrado, junto con los cuadrados medios del análisis de varianza de las mismas, se presentan en el cuadro 11. Se presentaron diferencias significativas ($P<0.1$) en la cantidad de mazorcas por planta. La variedad SRSeq., en promedio, tuvo 1.04 mazorcas, mientras que la variedad local 0.92 mazorcas por planta. Los valores de peso de 100 granos son muy similares entre sí. Se observa superioridad en cuanto al peso de la mazorca de la variedad local (97 g) en comparación con el SRSeq. (67 g) y esta diferencia es significativa ($P<0.05$) únicamente para el factor variedad. Las mazorcas por metro cuadrado fueron más en la variedad local (4.7) que en el SRSeq. (3.7) y esta diferencia es significativa ($P<0.01$) para el efecto de la variedad y del nivel de manejo ($P<0.1$). La variable plantas por metro cuadrado resulto significativa a nivel de variedad ($P<0.05$) mostrando en promedio el SRSeq. (4.5 plantas/m²) contra la variedad local (3.7 plantas/m²); los agricultores siembran a estas densidades puesto que ellos no utilizan fertilizante y además sus plantas son de porte alto.

En el cuadro 12 se presenta la información para las variables: porcentaje de desgrane, hileras por mazorca, granos por hilera y granos por mazorca. En promedio las diferencias entre los porcentajes de desgrane no son significativas. Sin embargo, la variable hileras por mazorca es significativa ($P<0.01$) para el factor variedad, mostrando la variedad local mayor número de hileras por mazorca (15) que el SRSeq. (13). La variable granos por hilera presenta significancia a nivel de manejo ($P<0.1$) teniendo mayor número de granos la variedad local. La diferencia de valores en granos por mazorca resulta significativa a nivel de variedad ($P<0.05$) y a nivel de manejo ($P<0.1$) siendo la variedad local superior que el SRSeq.

En el cuadro 13 se puede apreciar los valores promedio de rendimiento de grano, producción de rastrojo, producción de biomasa y el índice de cosecha para ambas variedades, bajo los tres niveles de manejo. Las diferencias en el rendimiento de grano fueron significativas ($P<0.05$) para el factor nivel de manejo, notándose un incremento en rendimiento al pasar del manejo tradicional al manejo óptimo en las dos variedades (Figura 5). Las variables producción de rastrojo (Figura 6) y biomasa (Figura 7) presentaron diferencias significativas a nivel de manejo ($P<0.05$) mostrando igual tendencia que en el caso de rendimiento de grano; las diferencias entre índices de cosecha no fueron significativas para las variedades, el nivel de manejo o para la interacción variedad por manejo, mostrando las dos variedades promedios similares a través de los distintos niveles de manejo.

Figura 5. Rendimiento de grano del SRseq y la variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Rio Arriba 1

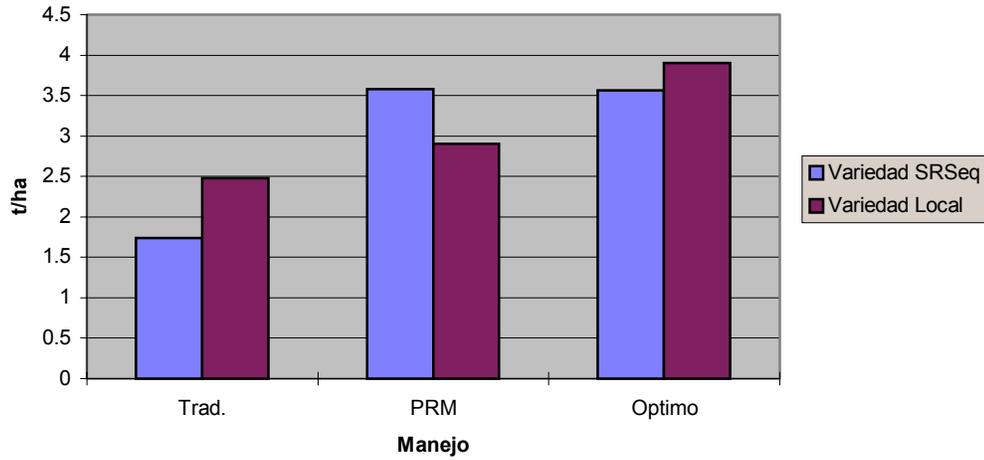
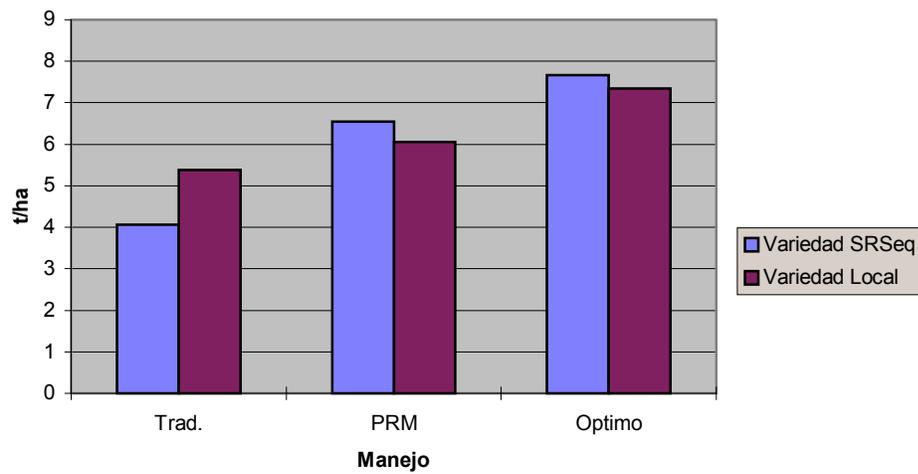


Figura 6. Producción de rastrojo del SRSeq y la variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Rio Arriba 1



Cuadro 10. Características agronómicas promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Río Arriba 1

Variedad	Manejo	Altura Planta (cm)	Altura de Mazorca (cm)	Mazorca Podrida (%)	Planta Acamada (%)
Sintético R.S.	Tradicional	164.75	80.00	12.81	7.54
Sintético R.S.	PRM	187.75	82.75	16.39	2.53
Sintético R.S.	Óptimo	176.50	82.50	17.40	3.85
Promedio por Variedad		176.33	81.75	15.53	4.64
Local	Tradicional	159.7	77.25	13.57	2.45
Local	PRM	209.25	102.50	10.32	5.75
Local	Óptimo	217.25	97.75	7.57	3.58
Promedio por Variedad		195.40	92.50	10.48	3.92
Fuente de Variación	Altura Planta	Altura de Mazorca	Mazorca Podrida	Planta Acamada	
Var	2185.04**	693.37*	152.91ns	3.04ns	
Rep(Var)	199.81	163.20	73.13	24.31	
Man	3354.12***	446.00*	1.70ns	3.41ns	
Var x Man	1055.29*	283.50ns	57.53ns	34.81ns	
Error (b)	326.98	124.08	56.49	18.26	
Total	16126.62	4620.62	1388.17	444.51	
C. V. (%)	9.72	12.78	57.75	99.64	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 11. Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Río Arriba 1

Variedad	Manejo	Mazorca/Planta	Peso 100 granos (g)	Peso Mazorca (g)	Mazorca/M ²	Plantas/M ²
Sintético R.S.	Tradicional	1.04	28.25	57.50	4.05	3.93
Sintético R.S.	PRM	1.00	29.75	63.45	4.82	4.81
Sintético R.S.	Óptimo	1.08	31.75	78.77	5.21	4.78
Promedio por Variedad		1.04	29.91	66.57	4.69	4.50
Local	Tradicional	0.93	28.75	89.87	3.36	3.63
Local	PRM	0.87	27.25	94.45	3.32	3.82
Local	Óptimo	0.97	29.25	107.70	3.49	3.60
Promedio por Variedad		0.92	28.41	97.34	3.39	3.68
Fuente de Variación	Mazorca/Planta	Peso 100 granos	Peso Mazorca	Mazorca/M ²	Plantas/M ²	
Var	0.08*	13.50ns	5679.52**	10.23***	4.05**	
Rep(Var)	0.01	8.41	755.67	0.63	0.41	
Man	0.01ns	10.66ns	818.70ns	0.83*	0.62ns	
Var x Man	0.00ns	6.00ns	6.03ns	0.58ns	0.43ns	
Error (b)	0.01	5.50	474.06	0.25	0.37	
Total	0.36	163.33	17551.77	19.98	13.15	
C. V. (%)	11.84	8.04	26.56	12.50	14.98	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 12. Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Río Arriba 1

Variedad	Manejo	Desgrane (%)	Hileras/Mazorca	Granos/Hilera	Granos/Mazorca
Sintético R.S.	Tradicional	85.61	12.92	31.62	410.77
Sintético R.S.	PRM	79.80	13.65	34.80	474.07
Sintético R.S.	Optimo	86.42	13.40	34.37	460.90
Promedio por Variedad		83.94	13.32	33.59	448.58
Local	Tradicional	91.66	14.87	33.85	503.67
Local	PRM	90.00	14.67	34.17	502.27
Local	Optimo	85.87	15.00	37.80	566.80
Promedio por Variedad		89.17	14.84	35.27	524.24
Fuente de Variación	Desgrane	Hileras/Mazorca	Granos/Hilera	Granos/Mazorca	
Var	164.06ns	13.95***	16.83ns	34352.66**	
Rep(Var)	68.63	0.37	9.33	3216.23	
Man	28.97ns	0.21ns	22.46*	6431.33*	
Var x Man	58.81ns	0.43ns	8.65ns	3464.12ns	
Error (b)	69.24	0.49	5.98	2142.77	
Total	1582.40	23.44	206.89	99154.27	
C. V. (%)	9.61	4.99	7.10	9.51	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 13. Rendimiento promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Río Arriba 1

Variedad	Manejo	Rendimiento Grano (t ha ⁻¹)	Rendimiento Rastrojo (t ha ⁻¹)	Rendimiento Biomasa (t ha ⁻¹)	Indice Cosecha
Sintético R.S.	Tradicional	2.31	1.74	4.06	0.56
Sintético R.S.	PRM	2.95	3.58	6.54	0.45
Sintético R.S.	Optimo	4.09	3.56	7.66	0.53
Promedio por Variedad		3.11	2.96	6.08	0.51
Local	Tradicional	2.89	2.48	5.38	0.53
Local	PRM	3.14	2.90	6.05	0.52
Local	Optimo	3.70	3.64	7.35	0.52
Promedio por Variedad		3.24	3.00	6.26	0.52
Fuente de Variación	Rendimiento Grano	Rendimiento Rastrojo	Rendimiento Biomasa	Indice Cosecha	
Var	0.09ns	0.01ns	0.18ns	0.00ns	
Rep(Var)	1.02	1.38	1.73	0.02	
Man	3.46**	4.86**	15.62***	0.00ns	
Var x Man	0.47ns	1.01ns	1.97ns	0.00ns	
Error (b)	0.62	1.01	1.19	0.01	
Total	21.57	32.24	60.11	0.29	
C. V. (%)	24.71	33.69	17.69	20.64	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

4.4. RESULTADOS EN LA LOCALIDAD DE YORITO

En el cuadro 14 se presenta los valores promedio y análisis de varianza para las variables: altura de planta, altura de mazorca, mazorca podrida y plantas acamadas. La variedad SRSeq. fue más baja que la variedad local, tanto en altura de planta como de mazorca (211 y 111 cm, para el SRSeq. versus 274 y 151 cm, de la variedad local, respectivamente) y esta diferencia fue significativa ($P < 0.05$) solamente para el factor variedad. El porcentaje de mazorcas podridas resulto mayor en el SRSeq. con un 12.0%, mientras que en la variedad local fue de 5.5%, siendo esta diferencia de porcentajes entre las variedades significativa ($P < 0.01$). Las diferencias en el porcentaje de plantas acamadas fueron del orden de 6.0% para el SRSeq. contra 10.5% de la variedad local, siendo estas diferencias significativas ($P < 0.1$) para la interacción variedad por manejo.

Los valores promedio de las variables: mazorca por planta, peso de 100 granos, peso de mazorca, mazorca por metro cuadrado y plantas por metro cuadrado, junto con el respectivo análisis de varianza de las mismas, se presentan en el cuadro 15. Se presentaron diferencias en la cantidad de mazorcas por planta a nivel de variedad ($P < 0.1$); el SRSeq. fue superior a la variedad local con valores promedio de 1 mazorca por planta. Los valores de peso de 100 granos son muy similares entre sí y las leves diferencias no probaron ser significativas a nivel estadístico para ninguno de los factores en estudio. Se observa superioridad en cuanto al peso de la mazorca de la variedad local (159 g) en comparación con el SRSeq. (92 g) y esta es significativa ($P < 0.1$) para el factor manejo. Las mazorcas por metro cuadrado fueron más en promedio en el SRSeq. que en la variedad local, esta diferencia es significativa ($P < 0.01$) para la interacción variedad por manejo ($P < 0.01$).

En el cuadro 16 se presenta la información para las variables: porcentaje de desgrane, hileras por mazorca, granos por hilera y granos por mazorca. En promedio las diferencias entre los porcentaje de desgrane no son significativas. Sin embargo, la variable hileras por mazorca es significativa ($P < 0.05$) para el factor variedad, mostrando la variedad local mayor número de hileras por mazorca (15) que el SRSeq. (14). La variable granos por hilera presenta significancia a nivel de variedad por manejo ($P < 0.05$) teniendo en promedio mayor número de granos el SRSeq. La diferencia de valores en granos por mazorca resulta significativa a nivel de manejo ($P < 0.05$) y a nivel de variedad por manejo ($P < 0.05$), siendo la variedad local superior que el SRSeq (ver Figura 8).

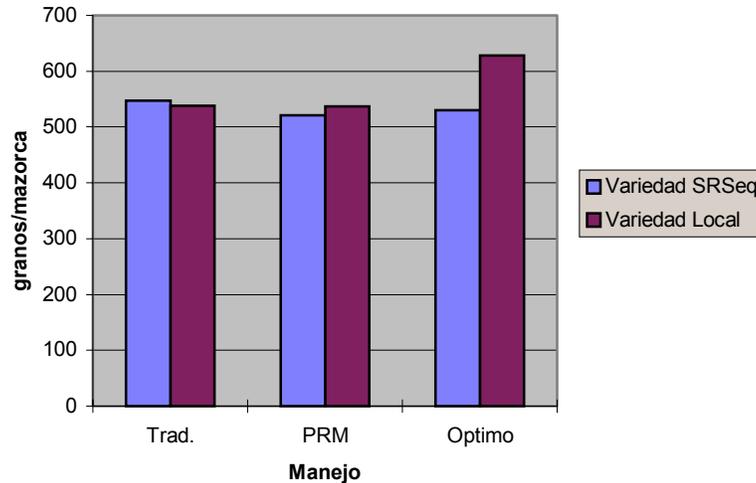


Figura 8. Granos por mazorca del SRSeq y la variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Yorito

Las diferencias en el rendimiento de grano entre variedades y niveles de manejo no fueron significativas estadísticamente a nivel de variedad o manejo, pero la interacción variedad por manejo fue significativa ($P < 0.1$) (ver Figura 9). En esta localidad, en promedio, el SRSeq. mostró incrementos de rendimiento de más de 1.0 t ha^{-1} al pasar del manejo tradicional al manejo óptimo en cambio la variedad local mostró incrementos de 0.60 t ha^{-1} al pasar del manejo tradicional al manejo PRM. La producción de rastrojo mostró diferencias significativas a nivel de variedad ($P < 0.01$) sobresaliendo la variedad local con un rendimiento promedio de casi 10 t ha^{-1} (ver Figura 10). Esta característica puede ser una de las razones primordiales por lo cual los agricultores prefieren estas variedades, dado que durante los períodos de sequía utilizan el rastrojo para alimentación animal, ya sea de ganado propio o para venta a terceros (ver cuadro 17).

La variable producción de biomasa fue significativa para los factores simples: variedad ($P < 0.1$) y manejo ($P < 0.05$); en promedio el SRSeq. tuvo una producción de 13.5 t ha^{-1} , mientras que la variedad local 16.5 t ha^{-1} . En cuanto al nivel de manejo, las dos variedades mostraron incrementos en el rendimiento al pasar del manejo tradicional al manejo óptimo. Las diferencias entre índices de cosecha fueron altamente significativas ($P < 0.01$) entre variedades; el SRSeq. mostró un índice de cosecha de 0.51 , mucho más alto que el de la variedad local (0.40), lo cual nos indica que el SRSeq. es mucho más eficiente produciendo grano (rendimiento económico) que produciendo biomasa (rendimiento biológico) (ver cuadro 17).

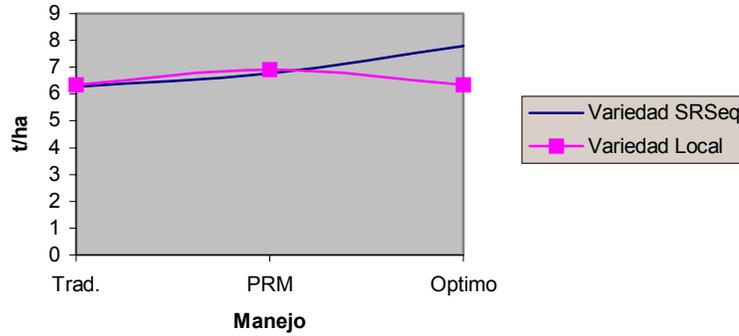


Figura 9. Efecto de la interacción de la variedad y nivel de manejo en el rendimiento de grano en la localidad de Yorito

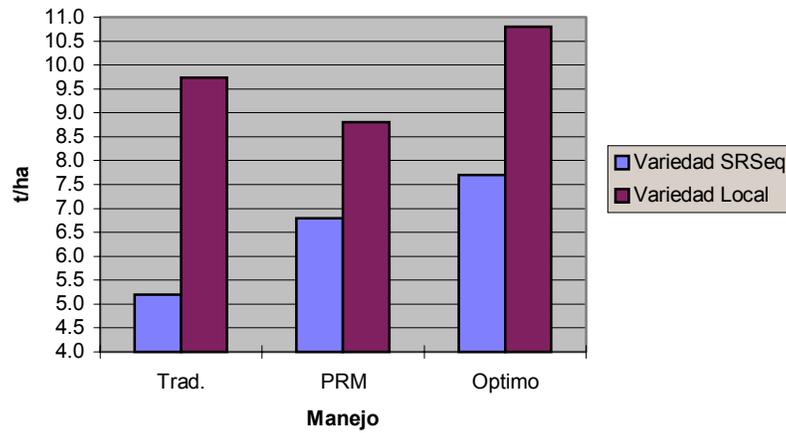


Figura 10. Efecto de la variedad en la producción de rastrojo en la localidad de Yorito

Cuadro 14. Características agronómicas promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Yorito

Variedad	Manejo	Altura Planta (cm)	Altura de Mazorca (cm)	Mazorca Podrida (%)	Planta Acamada (%)
Sintético R.S.	Tradicional	214.75	121.75	12.53	9.80
Sintético R.S.	PRM	205.00	102.50	12.35	3.44
Sintético R.S.	Optimo	213.00	107.25	10.21	4.45
Promedio por Variedad		210.90	110.50	11.69	5.89
Local	Tradicional	270.50	149.25	4.43	12.47
Local	PRM	274.00	150.50	5.96	11.90
Local	Optimo	277.50	152.25	5.85	18.06
Promedio por Variedad		274.00	150.66	5.41	10.47
Fuente de Variación	Altura Planta	Altura de Mazorca	Mazorca Podrida	Planta Acamada	
Var	23877.04***	9680.16***	236.56***	407.79***	
Rep(Var)	90.93	144.94	5.94	25.83	
Man	66.29ns	166.16ns	2.56ns	33.11ns	
Var x Man	90.79ns	245.16ns	7.01ns	59.85*	
Error (b)	110.76	177.61	15.68	20.54	
Total	26065.95	13503.83	479.67	995.33	
C. V. (%)	4.34	10.20	46.28	45.21	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 15. Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Yorito

Variedad	Manejo	Mazorca/Planta	Peso 100 granos (g)	Peso Mazorca (g)	Mazorca/M ²	Plantas/M ²
Sintético R.S.	Tradicional	1.04	36.25	127.00	5.02	4.79
Sintético R.S.	PRM	0.97	34.50	132.10	5.23	5.32
Sintético R.S.	Optimo	0.99	35.50	136.00	5.79	5.79
Promedio por Variedad		1.00	35.41	91.70	5.34	5.30
Local	Tradicional	0.98	37.50	144.42	4.44	4.54
Local	PRM	0.93	39.00	160.92	4.32	4.62
Local	Optimo	0.82	37.33	170.50	3.74	4.55
Promedio por Variedad		0.91	37.94	158.61	4.16	4.57
Fuente de Variación	Mazorca/Planta	Peso 100 granos	Peso Mazorca	Mazorca/M ²	Plantas/M ²	
Var	0.04*	37.76ns	4347.04ns	8.37*	3.22ns	
Rep(Var)	0.00	15.55	1487.73	2.07	1.20	
Man	0.02ns	0.19ns	626.13*	0.00ns	0.52ns	
Var x Man	0.01ns	5.63ns	151.24ns	1.18***	0.48ns	
Error (b)	0.00	9.19	179.95	0.09	0.19	
Total	0.26	245.21	16987.69	24.40	14.81	
C. V. (%)	9.27	8.27	9.24	6.62	8.96	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 16. Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Yorito

Variedad	Manejo	Desgrane (%)	Hileras/Mazorca	Granos/Hilera	Granos/Mazorca
Sintético R.S.	Tradicional	85.16	13.92	39.32	547.27
Sintético R.S.	PRM	88.65	13.87	37.60	520.70
Sintético R.S.	Optimo	84.91	14.25	37.17	529.70
Promedio por Variedad		86.40	14.01	38.03	532.55
Local	Tradicional	79.08	15.20	35.30	538.52
Local	PRM	81.15	14.90	35.87	536.82
Local	Optimo	84.47	15.95	39.30	628.25
Promedio por Variedad		81.56	15.35	36.82	567.86
Fuente de Variación	Desgrane	Hileras/Mazorca	Granos/Hilera	Granos/Mazorca	
Var	130.80ns	10.66**	8.76ns	7480.07ns	
Rep(Var)	36.72	0.85	15.27	7445.24	
Man	19.13ns	1.10**	4.58ns	5363.42**	
Var x Man	27.89ns	0.23ns	19.31**	6308.64**	
Error (b)	17.26	0.27	3.95	1256.06	
Total	652.33	21.79	195.70	90568.44	
C. V. (%)	4.95	3.60	5.31	6.44	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 17. Rendimiento promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Yorito

Variedad	Manejo	Rendimiento Grano (t ha ⁻¹)	Rendimiento Rastrojo (t ha ⁻¹)	Rendimiento Biomasa (t ha ⁻¹)	Indice Cosecha
Sintético R.S.	Tradicional	6.26	5.17	11.45	0.55
Sintético R.S.	PRM	6.77	6.75	13.53	0.50
Sintético R.S.	Optimo	7.79	7.70	15.50	0.50
Promedio por Variedad		6.94	6.54	13.49	0.51
Local	Tradicional	6.35	9.74	16.09	0.40
Local	PRM	6.92	8.80	15.73	0.44
Local	Optimo	6.34	10.82	17.17	0.37
Promedio por Variedad		6.53	9.78	16.33	0.40
Fuente de Variación	Rendimiento Grano	Rendimiento Rastrojo	Rendimiento Biomasa	Indice Cosecha	
Var	0.97ns	63.05***	48.30*	0.07***	
Rep(Var)	3.21	1.83	8.75	0.00	
Man	1.22ns	7.45ns	13.65**	0.00ns	
Var x Man	1.62*	3.19ns	5.01ns	0.00ns	
Error (b)	0.53	4.26	3.40	0.00	
Total	32.36	146.57	179.05	0.18	
C. V. (%)	10.84	25.29	12.37	17.10	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

4.5. RESULTADOS EN LA LOCALIDAD DE COROZO

En el cuadro 18 se presentan los valores promedio y análisis de varianza para las variables: altura de planta, altura de mazorca, mazorca podrida y planta acamada. La variedad SRSeq. igual que en la mayoría de las localidades evaluadas fue más baja que la variedad local (214 cm versus 249 cm, respectivamente) y esta diferencia fue significativa ($P<0.1$) solamente entre variedades. La altura de mazorca fue en promedio menor en el SRSeq (107 cm) que en la variedad local (139 cm) y este efecto fue significativo ($P<0.05$) para la interacción variedad por manejo. No hubo diferencia en el porcentaje de mazorcas podridas para ambas variedades y no se detectaron diferencias significativas para ninguno de los factores. Las diferencias en el porcentaje de plantas acamadas son significativas ($P<0.01$) únicamente a nivel de variedad, mostrándose un menor porcentaje de acame en el SRSeq. que en la variedad local.

Los valores promedio de las variables: mazorca por planta, peso de 100 granos, peso de mazorca y mazorca por metro cuadrado, junto con el respectivo análisis de varianza de las mismas, se presentan en el cuadro 19. No se presentaron diferencias significativas en la cantidad de mazorcas por planta a nivel de variedad, ni a nivel de la interacción variedad por manejo; sin embargo, el nivel de manejo resultó significativo ($P<0.1$). Los valores de peso de 100 granos fueron significativos ($P<0.1$) para variedad, mostrando la variedad local una tendencia a producir más de 1 mazorca por planta.

Se encontró que para la variable peso de mazorca, el nivel de manejo tiene un efecto significativo ($P<0.05$). Ambas variedades mostraron un incremento en el peso de las mazorcas al pasar del manejo tradicional al manejo óptimo (ver Figura 11). Las mazorcas por metro cuadrado mostraron mayores valores en los diferentes niveles de manejo para el SRSeq. en comparación con la variedad local y así mismo, en promedio, a través de los distintos manejos el SRSeq. tuvo mayor un número de mazorcas; esta diferencia es significativa tanto para variedad como para el nivel de manejo ($P<0.01$). Para la variable plantas por metro cuadrado se encontró diferencia significativa ($P<0.05$) para la interacción de variedad por manejo ($P<0.05$), esto ocurre puesto que con los distintos tratamientos se utilizaron distintas densidades de siembra.

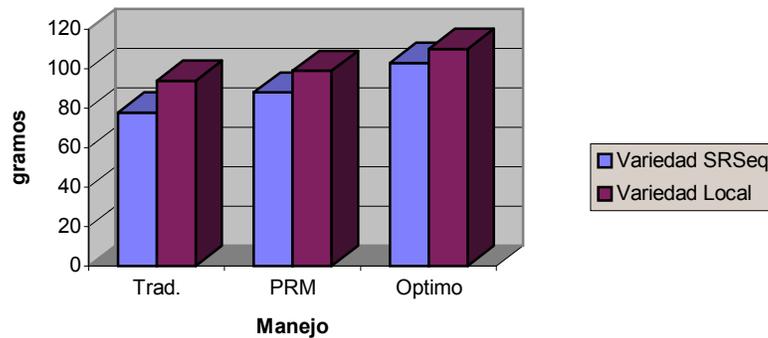


Figura 11. Efecto del nivel de manejo en el peso de la mazorca en la localidad de Corozo

En el cuadro 20 se presenta las medias de las variables: porcentaje de desgrane, hileras por mazorca, granos por hilera y granos por mazorca junto con el respectivo análisis de varianza de las mismas. Las diferencias entre los porcentajes de desgrane son significativas a nivel de manejo ($P < 0.05$). Ambas variedades mostraron un incremento en el índice de desgrane al pasar del manejo tradicional al manejo óptimo. El número de hileras por mazorca, en promedio, a través de los manejos es mayor en el SRSeq. (14) que en la variedad local (13) y es estadísticamente significativo ($P < 0.05$) para las variedades. La variable granos por hilera presenta diferencias significativas a nivel de manejo ($P < 0.05$) y la variable granos por mazorca es significativa ($P < 0.1$) para variedades y para manejo ($P < 0.05$).

En el cuadro 21 se presentan los valores promedio de rendimiento de grano, producción de rastrojo, producción de biomasa y el índice de cosecha para ambas variedades bajo los tres niveles de manejo, junto con el respectivo análisis de varianza de las mismas. La variable rendimiento de grano mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) para el nivel de manejo. Ambas variedades mostraron un incremento en rendimiento al pasar del manejo tradicional al manejo óptimo (ver Figura 12). La producción de rastrojo no mostró diferencias significativas ni para variedad, nivel de manejo o para la interacción variedad por manejo. Las diferencias en producción de biomasa son significativas solamente a nivel de manejo ($P < 0.05$); en el caso del SRSeq. la producción de biomasa más alta fue alcanzada con el manejo óptimo (12.23 t ha^{-1}); en el caso de la variedad local, la mayor producción de biomasa se dio con el manejo PRM (11.75 t ha^{-1}) (ver Figura 13). No se detectaron diferencias significativas en ninguno de los factores, para la variable índice de cosecha, ambas variedades tienen, en promedio, un índice de cosecha de 0.41 y 0.45 respectivamente.

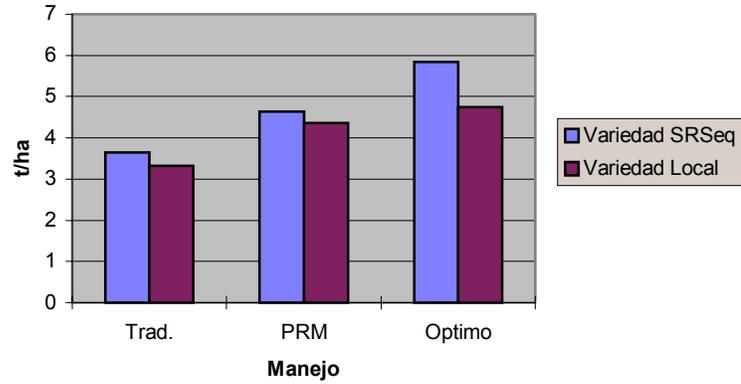


Figura 12. Efecto del nivel de manejo en el rendimiento de grano en la localidad de Corozo

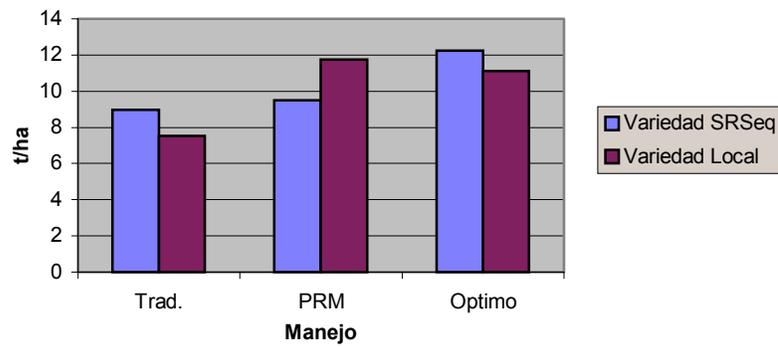


Figura 13. Efecto del nivel de manejo en la producción de biomasa en la localidad de Corozo

Cuadro 18. Características agronómicas promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Corozo

Variedad	Manejo	Altura Planta (cm)	Altura de Mazorca (cm)	Mazorca Podrida (%)	Planta Acamada (%)
Sintético R.S.	Tradicional	215.00	115.50	6.62	4.13
Sintético R.S.	PRM	219.00	120.25	5.37	1.57
Sintético R.S.	Óptimo	207.50	85.25	11.28	0.97
Promedio por Variedad		213.83	107.00	7.75	2.22
Local	Tradicional	243.75	135.50	4.69	5.04
Local	PRM	247.50	137.00	3.42	9.67
Local	Óptimo	257.25	143.50	5.17	11.51
Promedio por Variedad		249.50	138.66	4.42	8.74
Fuente de Variación	Altura Planta	Altura de Mazorca	Mazorca Podrida	Planta Acamada	
Var	7597.04*	6016.66*	66.76ns	254.93***	
Rep(Var)	1325.54	1390.66	46.77	8.81	
Man	33.79ns	448.79ns	30.48ns	5.64ns	
Var x Man	290.54ns	1065.29**	11.58ns	50.14ns	
Error (b)	230.16	239.37	13.75	26.74	
Total	18960.95	20261.33	596.64	740.37	
C. V. (%)	6.54	12.59	60.84	94.27	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 19. Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Corozo

Variedad	Manejo	Mazorca/Planta	Peso 100 granos (g)	Peso Mazorca (g)	Mazorca/M ²	Plantas/M ²
Sintético R.S.	Tradicional	0.96	28.50	77.22	4.72	4.89
Sintético R.S.	PRM	1.04	30.50	88.20	5.23	5.02
Sintético R.S.	Óptimo	0.99	30.50	103.50	5.72	5.79
Promedio por Variedad		0.99	29.83	89.64	5.22	5.23
Local	Tradicional	0.96	33.00	94.25	3.55	3.69
Local	PRM	1.04	33.25	98.90	4.41	4.24
Local	Óptimo	1.12	33.50	110.37	4.27	3.80
Promedio por Variedad		1.04	33.25	101.17	4.07	3.91
Fuente de Variación	Mazorca/Planta	Peso 100 granos	Peso Mazorca	Mazorca/M ²	Plantas/M ²	
Var	0.01ns	70.04*	819.00ns	7.86***	10.52***	
Rep(Var)	0.00	15.76	263.82	0.24	0.51	
Man	0.02*	3.79ns	898.98**	1.65***	0.52*	
Var x Man	0.01ns	1.79ns	48.49ns	0.19ns	0.75**	
Error (b)	0.00	9.68	204.85	0.22	0.15	
Total	0.201	291.95	6755.15	15.77	18.05	
C. V. (%)	7.85	9.86	15.01	10.24	8.67	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 20. Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Corozo

Variedad	Manejo	Desgrane (%)	Hileras/Mazorca	Granos/Hilera	Granos/Mazorca
Sintético R.S.	Tradicional	80.41	13.80	32.87	453.55
Sintético R.S.	PRM	80.55	13.50	32.52	439.60
Sintético R.S.	Optimo	87.95	14.42	33.20	477.72
Promedio por Variedad		82.97	13.90	32.86	456.95
Local	Tradicional	82.40	13.25	33.42	442.87
Local	PRM	87.40	12.80	31.62	403.82
Local	Optimo	88.56	13.00	36.20	470.62
Promedio por Variedad		86.12	13.01	33.74	439.10
Fuente de Variación	Desgrane	Hileras/Mazorca	Granos/Hilera	Granos/Mazorca	
Var	59.31ns	4.77***	4.68ns	1911.73*	
Rep(Var)	55.81	0.12	2.97	454.66	
Man	95.76**	0.65ns	13.93**	5504.82**	
Var x Man	21.49ns	0.43ns	7.77ns	488.34ns	
Error (b)	17.64	0.54	3.17	1095	
Total	840.46	14.29	104.05	29766.13	
C. V. (%)	4.96	5.49	5.35	7.38	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 21. Rendimiento promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Corozo

Variedad	Manejo	Rendimiento Grano (t ha ⁻¹)	Rendimiento Rastrojo (t ha ⁻¹)	Rendimiento Biomasa (t ha ⁻¹)	Indice Cosecha
Sintético R.S.	Tradicional	3.65	5.31	8.96	0.40
Sintético R.S.	PRM	4.63	4.86	9.50	0.49
Sintético R.S.	Optimo	5.84	6.39	12.23	0.47
Promedio por Variedad		4.70	5.52	10.23	0.45
Local	Tradicional	3.33	4.18	7.52	0.43
Local	PRM	4.36	7.38	11.75	0.40
Local	Optimo	4.75	6.48	11.23	0.42
Promedio por Variedad		4.14	6.01	10.16	0.41
Fuente de Variación	Rendimiento Grano	Rendimiento Rastrojo	Rendimiento Biomasa	Indice Cosecha	
Var	1.87ns	1.45ns	0.02ns	0.00ns	
Rep(Var)	1.18	6.71	11.72	0.00	
Man	6.54***	6.46ns	25.46**	0.00ns	
Var x Man	0.41ns	6.93ns	8.13ns	0.00ns	
Error (b)	0.39	3.52	4.32	0.00	
Total	27.61	110.85	189.42	0.10	
C. V. (%)	14.13	32.54	20.37	12.64	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

4.6. RESULTADOS EN LA LOCALIDAD DE RÍO ARRIBA 2

El cuadro 22 presenta los valores promedio y el resumen del análisis de varianza para las variables: altura de planta, altura de mazorca, mazorca podrida y planta acamada. El SRSeq. resulto ser más bajo que la variedad local tanto en altura de planta como altura de mazorca y esta diferencia es significativa ($P < 0.01$) para ambas variables, para el factor variedad. El porcentaje de mazorcas podridas fue tres veces mayor en el SRSeq. (11.3%) en comparación con la variedad local (3.0%) y esta diferencia es significativa ($P < 0.01$) para el factor variedad. Las diferencias en el porcentaje de plantas acamadas son significativas para el factor manejo ($P < 0.1$) mostrando en ambas variedades el manejo tradicional, los valores más altos.

Los valores promedio de las variables: mazorca por planta, peso de 100 granos, peso de mazorca, mazorca por metro cuadrado y plantas por metro cuadrado, junto con el respectivo análisis de varianza de las mismas, se presenta en el cuadro 23. Se presentaron diferencias en la cantidad de mazorcas por planta a nivel de variedad ($P < 0.1$) el SRSeq. supero con 0.92 mazorcas por planta a la variedad local que reporto 0.80 mazorcas por planta. Los valores de peso de 100 granos varían de acuerdo a la interacción variedad por manejo la cual es significativa ($P < 0.01$) (ver Figura 14). La variedad local, en promedio, tuvo un mayor peso (106.5 g) que el SRSeq. (81 g). Con respecto a los niveles de manejo, el SRSeq. obtuvo el mayor peso de mazorca con el manejo óptimo, mientras que la variedad local lo obtuvo con el manejo tradicional; es posible que la variedad local en este caso no responda a la aplicación de fertilizantes. Las mazorcas por metro cuadrado fueron en promedio más en el SRSeq. que en la variedad local, esta diferencia es significativa ($P < 0.01$) tanto para variedades como para el nivel de manejo. Así mismo, la diferencia en mazorcas por metro cuadrado fue significativa a nivel de la interacción variedad por manejo ($P < 0.01$ y $P < 0.05$, respectivamente).

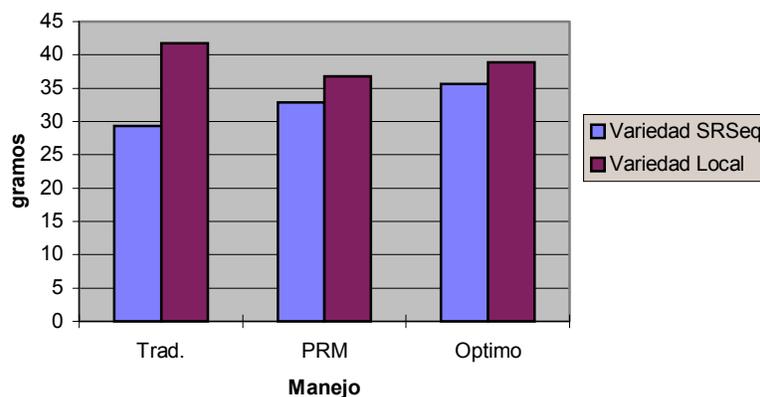


Figura 14. Peso de 100 granos del SRSeq y la variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Rio Arriba 2

Con respecto al porcentaje de desgrane, solo se observo influencia de parte de la interacción variedad por manejo ($P<0.1$) (ver Figura 15). La variable hileras por mazorcas no mostro respuesta significativa a ninguno de los factores de variación. El número de granos por hilera, mostro diferencias significativas entre tratamientos para ambas variedades ($P<0.01$), para la interacción variedad por manejo. El número de granos por mazorca también resulto significativo a nivel de la interacción de la variedad por el nivel de manejo ($P<0.01$) (ver cuadro 24).

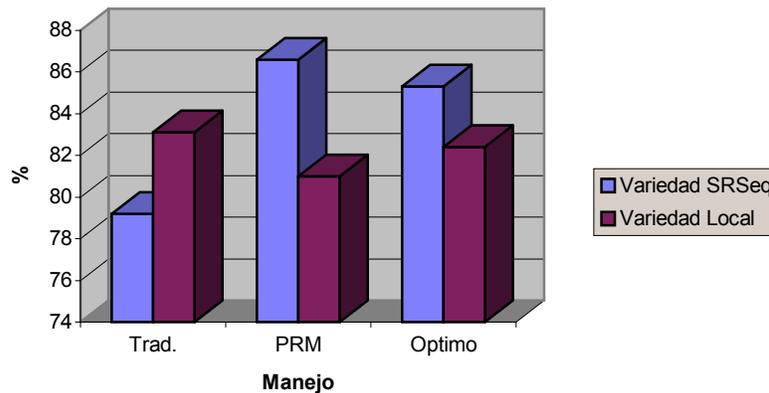


Figura 15. Porcentaje de desgrane del SRSeq y la variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Rio Arriba 2

En el cuadro 25 se puede apreciar los valores promedio de rendimiento de grano, producción de rastrojo, producción de biomasa y el índice de cosecha con el respectivo análisis de varianza de las mismas. Se presentaron diferencias de rendimiento de grano que son significativas para el nivel de manejo ($P<0.01$). Ambas variedades mostraron incrementos de rendimiento al pasar del manejo tradicional al manejo optimo, con este último nivel de manejo ambas variedades alcanzaron los rendimientos más altos (ver Figura 16). Los valores promedio de producción de rastrojo muestran que la variedad local (8.97 t ha^{-1}) produce más rastrojo que el SRSeq (4.14 t ha^{-1}), las diferencias son significativas a nivel de variedad ($P<0.01$), nivel de manejo ($P<0.01$) y a nivel de la interacción variedad por nivel de manejo ($P<0.01$). Esto nos indica que las variedades por su naturaleza responden de una manera diferencial de acorde al nivel de manejo usado. La

cantidad de rastrojo producido por la variedad local es importante por la cobertura del suelo que tiene potencial de brindar, especialmente porque estamos en una situación de ladera, con una pendiente extrema para cualquier actividad agrícola, lo que ayudaría a prevenir la erosión, ayudaría al reciclaje de la materia orgánica y eventualmente puede servir como forraje para alimentación animal. La producción de biomasa por parte de la variedad local (12.40 t ha^{-1}) fue superior a la del SRSeq. (7.65 t ha^{-1}), estas diferencias son significativas a nivel de variedad ($P < 0.05$), a nivel de manejo ($P < 0.01$) y a nivel de la interacción variedad por manejo ($P < 0.05$). Las diferencias entre índices de cosecha entre variedades son bastante altas ($P < 0.01$); el SRSeq. con un índice de 0.46 nos indica que es más eficiente en producir grano (rendimiento económico) que biomasa (rendimiento biológico), mientras que la variedad local tiene un índice de cosecha más bien bajo (0.28), lo que sugiere su bajo potencial de producción de grano comparado con un alto potencial de producción de biomasa.

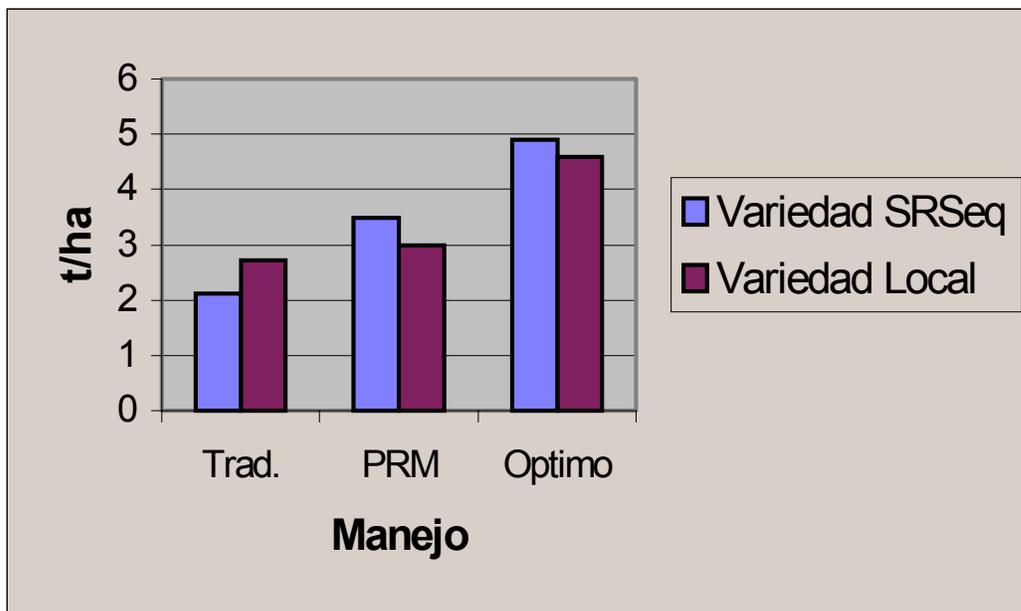


Figura 16. Rendimiento de grano del SRSeq y la variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Rio Arriba 2

Cuadro 22. Características agronómicas promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Río Arriba 2

Variedad	Manejo	Altura Planta (cm)	Altura de Mazorca (cm)	Mazorca Podrida (%)	Planta Acamada (%)
Sintético R.S.	Tradicional	147.25	73.50	10.92	18.43
Sintético R.S.	PRM	173.25	84.00	12.25	1.34
Sintético R.S.	Óptimo	179.50	89.75	10.73	11.92
Promedio por Variedad		166.66	82.41	11.30	10.56
Local	Tradicional	271.75	164.00	4.19	21.90
Local	PRM	274.00	155.25	3.85	12.72
Local	Óptimo	281.50	166.25	0.95	17.06
Promedio por Variedad		275.75	161.83	2.99	17.22
Fuente de Variación	Altura Planta	Altura de Mazorca	Mazorca Podrida	Planta Acamada	
Var	71395.04***	37842.04***	413.34***	266.53ns	
Rep(Var)	446.93	627.09	28.06	307.41	
Man	917.04.ns	208.62ns	10.77ns	347.35*	
Var x Man	357.29ns	198.04ns	4.63ns	34.84ns	
Error (b)	432.22	343.55	33.77	116.28	
Total	81811.95	46540.62	1017.84	4270.89	
C. V. (%)	9.39	15.17	81.24	77.58	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 23. Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Río Arriba 2

Variedad	Manejo	Mazorca/Planta	Peso 100 granos (g)	Peso Mazorca (g)	Mazorca/M ²	Plantas/M ²
Sintético R.S.	Tradicional	0.96	29.32	58.22	3.63	3.80
Sintético R.S.	PRM	0.86	32.87	85.20	4.02	4.61
Sintético R.S.	Óptimo	0.94	35.62	98.45	4.91	5.18
Promedio por Variedad		0.91	32.60	80.62	4.18	4.53
Local	Tradicional	0.81	41.75	104.75	2.62	3.25
Local	PRM	0.78	36.75	96.52	3.04	3.85
Local	Óptimo	0.82	38.87	118.27	3.84	4.72
Promedio por Variedad		0.80	39.12	106.51	3.16	3.94
Fuente de Variación	Mazorca/Planta	Peso 100 granos	Peso Mazorca	Mazorca/M ²	Plantas/M ²	
Var	0.08*	254.80***	4022.27**	6.25***	2.08*	
Rep(Var)	0.01	9.91	428.95	0.35	0.47	
Man	0.00ns	12.53ns	1488.54***	3.23***	4.06***	
Var x Man	0.00ns	52.55***	674.72**	0.00ns	0.04ns	
Error (b)	0.00	6.44	137.07	0.30	0.27	
Total	0.26	521.89	12567.48	18.45	16.39	
C. V. (%)	7.95	7.08	12.51	14.88	12.28	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 24. Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Río Arriba 2

Variedad	Manejo	Desgrane (%)	Hileras/Mazorca	Granos/Hilera	Granos/Mazorca
Sintético R.S.	Tradicional	79.16	13.62	32.30	442.32
Sintético R.S.	PRM	86.64	13.87	31.30	433.80
Sintético R.S.	Óptimo	85.32	13.90	36.45	507.07
Promedio por Variedad		83.70	13.79	33.35	461.06
Local	Tradicional	83.14	13.65	33.50	457.87
Local	PRM	80.88	13.57	34.00	462.45
Local	Óptimo	82.42	13.85	32.00	442.65
Promedio por Variedad		82.14	13.69	33.16	454.32
Fuente de Variación	Desgrane	Hileras/Mazorca	Granos/Hilera	Granos/Mazorca	
Var	14.61ns	0.07ns	0.20ns	272.70ns	
Rep(Var)	11.11	0.53	18.63	5853.04	
Man	18.93ns	0.11ns	5.73ns	1775.96ns	
Var x Man	50.14*	0.05ns	28.43***	5076.85**	
Error (b)	14.14	0.45	2.15	1327.99	
Total	389.20	9.05	206.17	65032.50	
C. V. (%)	4.53	4.90	4.41	7.96	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 25. Rendimiento promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Río Arriba 2

Variedad	Manejo	Rendimiento Grano (t ha ⁻¹)	Rendimiento Rastrojo (t ha ⁻¹)	Rendimiento Biomasa (t ha ⁻¹)	Índice Cosecha
Sintético R.S.	Tradicional	2.12	2.45	4.58	0.46
Sintético R.S.	PRM	3.49	4.96	8.45	0.42
Sintético R.S.	Óptimo	4.89	5.03	9.92	0.50
Promedio por Variedad		3.50	4.14	7.65	0.46
Local	Tradicional	2.72	7.39	10.11	0.27
Local	PRM	3.00	6.52	9.53	0.31
Local	Óptimo	4.58	13.00	17.58	0.26
Promedio por Variedad		3.43	8.97	12.40	0.28
Fuente de Variación	Rendimiento Grano	Rendimiento Rastrojo	Rendimiento Biomasa	Índice Cosecha	
Var	0.02ns	139.6***	135.75**	0.19***	
Rep(Var)	1.57	7.74	14.39	0.00	
Man	11.00***	37.50***	88.59***	0.00ns	
Var x Man	0.69ns	20.52***	22.58**	0.00ns	
Error (b)	0.68	2.90	5.14	0.00	
Total	41.13	337.03	506.15	0.25	
C. V. (%)	23.86	25.98	22.60	13.32	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

4.7. RESULTADOS EN LA LOCALIDAD DE CUYAMAPA

El cuadro 26 presenta los valores promedio y el resumen del análisis de varianza para las variables: altura de planta, altura de mazorca, mazorca podrida y plantas acamadas. El SRSeq. fue más bajo, tanto en altura de planta como de mazorca (193 cm y 105 cm, respectivamente), que la variedad local (238 cm y 130 cm, para altura de planta y mazorca, respectivamente), y esta diferencia para las dos variables fue significativa ($P < 0.05$) para variedades. El porcentaje de mazorcas podridas fue similar para ambas variedades, por lo que no se encontró diferencias significativas a nivel de variedades, manejo o variedad por manejo. Las diferencias en el porcentaje de plantas acamadas son significativas a nivel de variedad ($P < 0.1$) mostrando la variedad local valores más altos de acame que el SRSeq., por ser de mayor altura, lo que la hace más susceptible.

Los valores promedio de las variables: mazorca por planta, peso de 100 granos, peso de mazorca, mazorca por metro cuadrado y plantas por metro cuadrado, junto con el respectivo análisis de varianza de las mismas, se presentan en el cuadro 27. No se presentaron diferencias significativas en la cantidad de mazorcas por planta y peso de 100 granos. Se observaron diferencias entre los valores de peso de mazorca entre los distintos niveles de manejo ($P < 0.1$), en ambas variedades el manejo tradicional obtuvo los pesos de mazorca más altos. Las mazorcas por metro cuadrado variaron de manejo a manejo ($P < 0.01$), ambas variedades mostraron incrementos en el número de mazorcas por metro cuadrado al pasar del manejo tradicional al manejo óptimo. La diferencia de plantas por metro cuadrado también fue significativa al factor manejo ($P < 0.05$) y mostraron la misma tendencia que el factor mazorcas por metro cuadrado, esta tendencia como ya se explico anteriormente es producto de las distintas densidades bajo las cuales se sembraron los tratamientos PRM y óptimo.

En el cuadro 28 se presentan las medias de las variables: porcentaje de desgrane, hileras por mazorca, granos por hilera y granos por mazorca, junto con el respectivo análisis de varianza de las mismas. Las diferencias entre los porcentaje de desgrane son significativas ($P < 0.1$) para la interacción variedad por manejo (ver Figura 17). La variable hileras por mazorca es significativa ($P < 0.01$) para variedades, teniendo la variedad local 14 hileras en comparación con el SRSeq. que tiene solo 13 hileras por mazorca. La variable granos por hilera no presenta diferencias significativas para variedades, manejo o para la interacción variedad por manejo. La diferencia de valores en granos por mazorca fue significativa para el factor variedad ($P < 0.1$). La variedad local tuvo en promedio 482 granos por mazorca contra 456 granos por mazorca del SRSeq.

En el cuadro 29 se presentan los valores promedio de rendimiento de grano, producción de rastrojo, producción de biomasa y el índice de cosecha para ambas variedades bajo los tres niveles de manejo, junto con el respectivo análisis de varianza. Las diferencias en el rendimiento de grano observadas, son significativas entre los niveles de manejo ($P < 0.05$). En general el SRSeq presento una tendencia de incremento en los rendimientos, al pasar del manejo tradicional al manejo PRM, y de este al manejo óptimo (ver Figura 18). Las variables producción de rastrojo,

producción de biomasa e índices de cosecha no fueron significativas ni a nivel de variedad, nivel de manejo o a nivel de la interacción variedad por manejo .

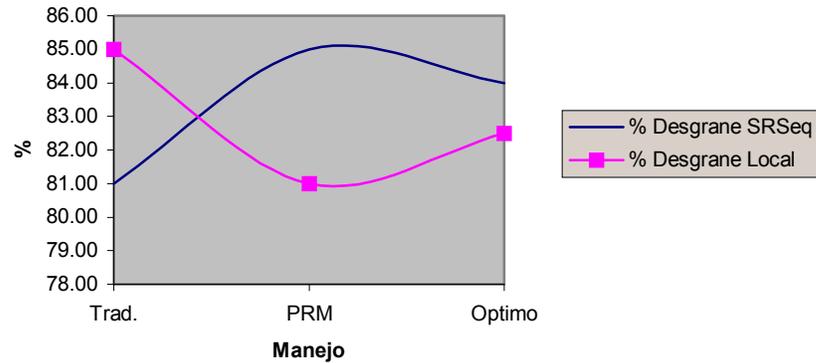


Figura 17. Efecto de la interacción de la variedad con el nivel de manejo en el porcentaje de desgrane en la localidad de Cuyamapa

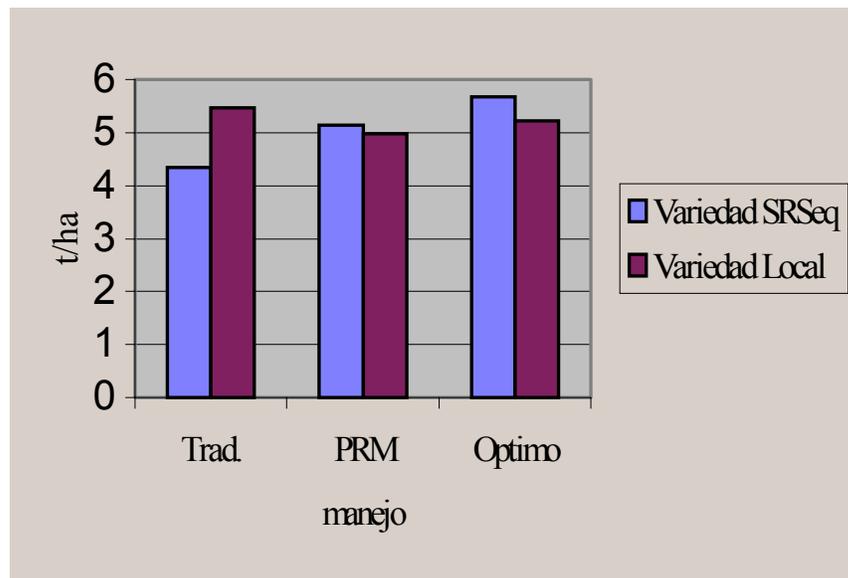


Figura 18. Efecto del nivel de manejo en el rendimiento de grano del SRSeq y la variedad local en la localidad de Cuyamapa

Cuadro 26. Características agronómicas promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Cuyamapa

Variedad	Manejo	Altura Planta (cm)	Altura de Mazorca (cm)	Mazorca Podrida (%)	Planta Acamada (%)
Sintético R.S.	Tradicional	187.50	102.50	4.79	4.17
Sintético R.S.	PRM	195.00	107.50	5.92	3.31
Sintético R.S.	Óptimo	197.50	107.50	9.01	1.78
Promedio por Variedad		193.33	105.83	6.57	3.08
Local	Tradicional	232.50	127.50	2.71	8.32
Local	PRM	237.50	130.00	4.25	6.05
Local	Óptimo	242.50	132.50	5.45	10.28
Promedio por Variedad		237.5	130.00	4.13	8.21
Fuente de Variación	Altura Planta	Altura de Mazorca	Mazorca Podrida	Planta Acamada	
Var	11704.16**	3504.16***	35.55ns	157.69*	
Rep(Var)	970.83	237.50	15.01	27.47	
Man	204.16ns	54.16ns	24.64ns	5.79ns	
Var x Man	4.16ns	4.16ns	1.96ns	18.00ns	
Error (b)	204.16	145.83	17.37	18.04	
Total	20395.83	6795.83	387.35	586.65	
C. V. (%)	6.63	10.24	77.78	75.11	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 27. Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Cuyamapa

Variedad	Manejo	Mazorca/Planta	Peso 100 granos (g)	Peso Mazorca (g)	Mazorca/M ²	Plantas/M ²
Sintético R.S.	Tradicional	0.92	31.75	102.75	4.33	4.87
Sintético R.S.	PRM	1.00	33.50	91.52	5.78	5.74
Sintético R.S.	Óptimo	0.91	31.25	96.97	5.90	6.45
Promedio por Variedad		0.94	32.16	97.08	5.33	5.68
Local	Tradicional	0.93	36.50	121.60	4.28	4.57
Local	PRM	1.03	33.50	90.32	5.55	5.40
Local	Óptimo	0.95	34.25	92.35	6.00	6.37
Promedio por Variedad		0.97	34.75	101.42	5.27	5.44
Fuente de Variación	Mazorca/Planta	Peso 100 granos	Peso Mazorca	Mazorca/M ²	Plantas/M ²	
Var	0.00ns	40.04ns	113.10ns	0.01ns	0.33ns	
Rep(Var)	0.01	14.43	588.02	0.09	0.22	
Man	0.01ns	3.79ns	1029.62*	6.18***	5.72**	
Var x Man	0.00ns	11.54ns	321.60ns	0.05ns	0.04ns	
Error (b)	0.01	9.05	297.38	0.64	1.17	
Total	0.25	265.95	9912.33	20.86	27.39	
C. V. (%)	11.24	8.99	17.37	15.15	19.49	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 28. Componentes de rendimiento del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Cuyamapa

Variedad	Manejo	Desgrane (%)	Hileras/Mazorca	Granos/Hilera	Granos/Mazorca
Sintético R.S.	Tradicional	81.02	13.27	35.12	465.47
Sintético R.S.	PRM	85.25	12.75	34.77	444.47
Sintético R.S.	Optimo	83.62	13.40	34.40	459.52
Promedio por Variedad		83.29	13.14	34.76	456.48
Local	Tradicional	84.90	14.10	34.60	487.00
Local	PRM	81.28	13.82	33.57	464.77
Local	Optimo	82.49	13.60	36.27	493.50
Promedio por Variedad		82.89	13.84	34.81	481.75
Fuente de Variación	Desgrane	Hileras/Mazorca	Granos/Hilera	Granos/Mazorca	
Var	0.97ns	2.94***	0.04ns	3830.42*	
Rep(Var)	7.90	0.07	4.94	885.93	
Man	0.19ns	0.32ns	2.52ns	1261.65ns	
Var x Man	31.57*	0.40ns	5.59ns	114.50ns	
Error (b)	10.43	0.51	5.09	1882.22	
Total	237.08	10.99	107.02	34484.98	
C. V. (%)	3.88	5.29	6.48	9.24	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 29. Rendimiento promedio del Sintético R.S. y variedad local bajo tres niveles de manejo en la localidad de Cuyamapa

Variedad	Manejo	Rendimiento Grano (t ha ⁻¹)	Rendimiento Rastrojo (t ha ⁻¹)	Rendimiento Biomasa (t ha ⁻¹)	Indice Cosecha
Sintético R.S.	Tradicional	4.35	6.58	10.94	0.41
Sintético R.S.	PRM	5.14	8.11	13.26	0.41
Sintético R.S.	Optimo	5.68	7.41	13.09	0.44
Promedio por Variedad		5.05	7.36	12.43	0.42
Local	Tradicional	5.22	7.75	12.98	0.40
Local	PRM	4.97	8.07	13.04	0.38
Local	Optimo	5.47	9.58	15.06	0.36
Promedio por Variedad		5.22	8.46	13.69	0.38
Fuente de Variación	Rendimiento Grano	Rendimiento Rastrojo	Rendimiento Biomasa	Indice Cosecha	
Var	0.15ns	7.28ns	9.57ns	0.00ns	
Rep(Var)	1.24	14.49	19.11	0.01	
Man	1.27**	3.69ns	8.98ns	0.00ns	
Var x Man	0.75ns	2.46ns	3.31ns	0.00ns	
Error (b)	0.31	2.93	3.25	0.00	
Total	15.43	141.76	187.90	0.10	
C. V. (%)	10.88	21.62	13.80	12.98	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

4.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO COMBINADO

Es pertinente aclarar con respecto a la interpretación del análisis estadístico combinado, que en vista que la variedad de maíz utilizada por los agricultores a través de las localidades no fue la misma y que tampoco el nivel de manejo utilizado por los agricultores fue uniforme en todas las localidades, existen efectos confundidos en la fuente de variación, tanto para las variedades como para la interacción variedad por manejo. Las inferencias hechas a partir del análisis de la información presentada en este apartado están sujetas a discusión, por lo tanto es posible que la información sea interpretada de una manera diferente a la expuesta en este documento.

Todas las variables respondieron de forma significativa a la influencia de la localidad. En lo que respecta a la influencia de la variedad sobre el comportamiento de las variables, esta fue significativa para la mayoría de las características agronómicas a excepción del rendimiento de grano. Junto con el efecto que ejercen las localidades, el efecto del nivel de manejo es el más notable de los factores de variación. Se dieron marcadas diferencias entre los distintos niveles de manejo en lo que respecta al rendimiento de grano, producción de rastrojo y biomasa, obteniéndose una mejor respuesta del sistema, en términos agronómicos, con el nivel de manejo Óptimo (70,000 plantas ha⁻¹; 150 Kg. ha⁻¹ de nitrógeno y 60 Kg. ha⁻¹ P₂O₅). En general no se observó una interacción significativa entre la variedad y el nivel de manejo. Así mismo, la triple interacción de la localidad con la variedad y con el nivel de manejo no presenta mayores niveles de significancia para la mayoría de las variables en estudio.

Los cuadros 30, 32, 34 y 36 se presentan los valores promedio de la respuesta de las variables estudiadas, clasificadas por localidad; estos valores corresponden al promedio de las dos variedades y de los tres niveles de manejo utilizados en cada localidad. En los cuadros 31, 33, 35 y 37 se presentan los valores promedios de las variables en estudio tanto para el SRSeq como para las variedades locales (valores promedio de todas las variedades de maíz sembradas por los agricultores en 1996 [ver cuadro 2: "Material genético utilizado por los agricultores, 1996]) bajo los tres niveles de manejo, así como el respectivo análisis de varianza para las mismas.

En los cuadros 30 y 31 se presentan los valores promedio y estadísticos estimados para las variables: altura de planta, altura de mazorca, porcentaje de mazorcas podridas y porcentaje de plantas acamadas. Las diferencias en altura de planta y altura de mazorca son significativas a nivel de localidad (P<0.01). En general las plantas más altas se registraron en la localidad de Yorito (242.5 cm), en promedio, la altura de planta fue de 213.88 cm; la altura de mazorca fue también mayor en Yorito (130.58 cm) con un promedio de 112.15 cm. A nivel de variedad y nivel de manejo la altura de planta fue significativa (P<0.05 y P<0.05, respectivamente). En promedio las variedades locales son más altas que el SRSeq. (239.41 cm y 188.31 cm, respectivamente); las plantas bajo el nivel de manejo óptimo alcanzaron una mayor altura (P<0.01). El mayor porcentaje de mazorcas podridas, en promedio, se registro en la localidad de Río Arriba 1 (13.01%), el menor porcentaje se registro en la localidad de Cuyamapa (5.35%), el promedio general para las seis localidades es de 7.99%. El porcentaje de mazorcas podridas para el Srseq. fue de 9.88%, mientras que para las variedades locales fue de 5.40% (P<0.01), estos

porcentajes aunque resultan un tanto altos, se mantienen dentro de los rangos aceptables. Es evidente que el SRSeq. presenta mayor susceptibilidad a la pudrición de mazorca, este hecho podría constituirse en una desventaja al momento de que el agricultor considere adoptar el uso de esta variedad.

En promedio, el porcentaje de plantas acamadas fue mayor en la localidad de Río Arriba 2 (13.89%), seguido por la localidad de Yorito (10.02%); el promedio general es de 7.99% para las seis localidades ($P < 0.01$), indicando que este porcentaje varía de acuerdo a las condiciones climáticas. El SRSeq. registró valores de 5.72% de acame, mientras que en promedio las variedades locales presentaron porcentajes de 9.85%; las variedades locales siendo de porte más alto fueron más susceptibles al acame, ($P < 0.1$).

En los cuadros 32 y 33 se presentan los valores promedio y estadísticos estimados que registraron las variables: mazorca por planta, peso de 100 granos, peso de mazorca, mazorcas por metro cuadrado y plantas por metro cuadrado. El mayor número de mazorcas por planta se registró en la localidad de Corozo (1.02 mazorcas/planta), el menor número de mazorcas por planta se dio en la localidad de San Antonio (0.80 mazorcas/planta); el promedio para las seis localidades fue 0.93 mazorcas por planta ($P < 0.01$). Esta variable fue significativa para la interacción localidad por variedad ($P < 0.1$), lo cual es indicativo de la heterogeneidad de los materiales usados por los agricultores.

Las diferencias entre los valores de peso de 100 granos fueron significativas para el factor localidad ($P < 0.01$). El mayor peso se registró en la localidad de Yorito (36.65 g); el menor peso se registró en la localidad de Río Arriba 1 (29.16 g); el promedio para las seis localidades es 32.98 g. El peso de 100 granos de las variedades locales fue en promedio mayor (34.31 g) que el del SRSeq. (31.71 g); esta variable fue significativa para la interacción localidad por variedad ($P < 0.01$).

El peso de la mazorca fue significativo a través de las localidades ($P < 0.01$), obteniéndose el mayor peso en la localidad de Yorito (145.15 g), esto se puede explicar ya que el agricultor de esta localidad, en particular, utiliza semilla de mejor calidad y niveles de fertilización adecuados, aunado a suelos profundos y una pendiente suave. El menor peso se registró en la localidad de San Antonio (77.00 g); el peso de mazorca, en promedio, fue de 98.71 g. El peso de mazorcas fue ostensiblemente mayor en las variedades locales (107.91 g) en comparación con el SRSeq. (89.54 g), esta diferencia es significativa ($P < 0.01$). La interacción localidad por variedad fue significativa ($P < 0.1$), así como el nivel de manejo ($P < 0.01$).

El número de mazorcas por metro cuadrado varió de localidad a localidad ($P < 0.01$), con la mayor cantidad promedio de mazorcas/m² en la localidad de Yorito (4.76 mazorcas/m²) y la menor en la localidad de Río Arriba 2 (3.68 mazorcas/m²); en promedio se cosecharon 4.38 mazorcas/m². Se cosecharon en promedio 4.81 mazorcas/m² en las parcelas correspondientes al SRSeq. en comparación con 3.81 mazorcas/m² cosechadas en las parcelas correspondientes a las variedades locales, notándose una diferencia de 1 mazorca por cada metro cuadrado ($P < 0.01$). Hubo diferencias entre los distintos niveles de manejo ($P < 0.01$), notándose en promedio, un incremento de casi 0.5 mazorca/m² al pasar del

manejo tradicional al manejo PRM y de un poco más de 0.33 mazorca/m² al pasar del manejo PRM al manejo óptimo. La interacción de la localidad con la variedad es significativa ($P < 0.01$), así como la interacción de la localidad con la variedad y el nivel de manejo ($P < 0.01$), observándose una diferencia de un poco más de 0.5 mazorca/m² entre el SRSeq. y las variedades locales al usar el nivel de manejo tradicional; casi 1 mazorca/m² al usar el manejo PRM y un poco más de 1 mazorca/m² al usar el manejo óptimo.

Las diferencias en el número de plantas por metro cuadrado fueron significativas para la localidad ($P < 0.01$); el mayor número de plantas/m² se registro en Cuyamapa (5.57 plantas/m²), el menor número se registro en Río Arriba 1 (4.09 plantas/m²); el valor promedio fue de 4.71 plantas/m². La densidad promedio del SRSeq. a la cosecha fue de 5.06 plantas/m², mientras que las variedades locales promediaron 4.37 plantas/m² ($P < 0.01$), notándose una diferencia de un poco más de 0.5 planta/m². Las diferencias entre manejos fueron significativas ($P < 0.01$), aunque en comparación con las densidades iniciales de siembra, estos valores resultan un poco bajos, tanto para el manejo tradicional (ver cuadro 3: “Densidades de siembra usadas por los agricultores en las distintas localidades”), como para el manejo PRM y óptimo. La baja población de plantas a la cosecha es una de las causas de disminución en los rendimientos (Bolaños, 1995); en este caso las posibles razones para estas bajas poblaciones son: 1) bajo porcentaje de germinación de la semilla y/o 2) malas condiciones de los suelos, que no permitieron la emergencia y posterior desarrollo de las plantulas. Hubo una interacción significativa entre la localidad, la variedad y el nivel de manejo ($P < 0.01$).

En los cuadros 34 y 35 se presentan los valores promedio y el respectivo análisis de varianza de las variables: porcentaje de desgrane, hileras por mazorca, granos por hileras y granos por mazorca. Las diferencias en los promedios de los porcentajes de desgrane a través de las localidades fueron significativas ($P < 0.1$); el mayor porcentaje de desgrane se obtuvo en Río Arriba 1 (86.56%), mientras que el menor porcentaje se obtuvo en San Antonio (82.40%); el porcentaje de desgrane promedio fue de 83.90%. Se observa una interacción significativa de la localidad con la variedad ($P < 0.05$).

El número de hileras por mazorca varió de localidad a localidad desde 13.42 en Corozo hasta 14.68 en Yorito, estas diferencias son significativas ($P < 0.01$). No hubo diferencias significativas entre las variedades; aunque si hay una interacción significativa entre localidad y variedad ($P < 0.01$), lo cual indica que la variedad responde de acuerdo a las condiciones edáficas y ambientales del sitio. También es significativo el nivel de manejo ($P < 0.05$), observándose un mayor número de hileras por mazorca en las parcelas bajo manejo óptimo.

Las diferencias en el número promedio de granos por hilera fueron significativas ($P < 0.01$) a nivel de las localidades, registrándose el mayor número de granos por hilera en Yorito (37.42) y el menor número en San Antonio (32.52); en promedio se registraron 34.28 granos por hilera. El nivel de manejo es significativo ($P < 0.05$), registrándose el mayor número de granos por hilera en las parcelas bajo manejo óptimo.

La diferencia en los valores de granos por mazorca a través de las localidades es significativa ($P < 0.01$). La localidad de Yorito registra el mayor número de granos por

mazorca (550.21) y la localidad de San Antonio registra el menor número (445.86 granos por mazorca). El promedio a través de las seis localidades es de 476.22 granos por mazorca. El nivel de manejo influye en el número de granos por mazorca ($P < 0.01$), con una mayor cantidad de granos por mazorca en las parcelas bajo manejo óptimo. La interacción de la localidad con la variedad es significativa ($P < 0.05$).

Los valores promedio de las variables: rendimiento de grano, producción de rastrojo, producción de biomasa e índice de cosecha, así como los estadísticos estimados de las mismas, se presentan en los cuadros 36 y 37. En promedio se obtuvo un mejor rendimiento de grano en la localidad de Yorito (6.74 t ha^{-1}); el nivel más bajo de rendimiento se registró en la localidad de San Antonio (2.96 t ha^{-1}) ($P < 0.01$) (ver Figura 19). El potencial de rendimiento de los suelos de la zona podría calificarse de satisfactorio, puesto que aun con bajos niveles de insumos (manejo tradicional) se obtuvo en promedio un rendimiento de grano de casi 4.0 t ha^{-1} ; utilizando niveles medios de fertilización se incrementó el rendimiento, en promedio, un poco más de 0.5 t ha^{-1} ; entre el nivel de manejo óptimo y el tradicional hay una brecha de casi 1.3 t ha^{-1} . No hay una influencia definida de la variedad sobre el comportamiento del rendimiento. El manejo influyó de manera significativa en el rendimiento de grano ($P < 0.01$), las parcelas bajo manejo óptimo presentaron los mayores rendimientos, seguidos por el manejo PRM; la práctica de manejo tradicional presenta los niveles de rendimiento más bajos tanto con el SRSeq. como con las variedades locales. Se observa una respuesta distintiva según la variedad y el nivel de manejo; en promedio, el SRSeq. responde mejor a la aplicación de insumos que las variedades locales (ver Figura 20).

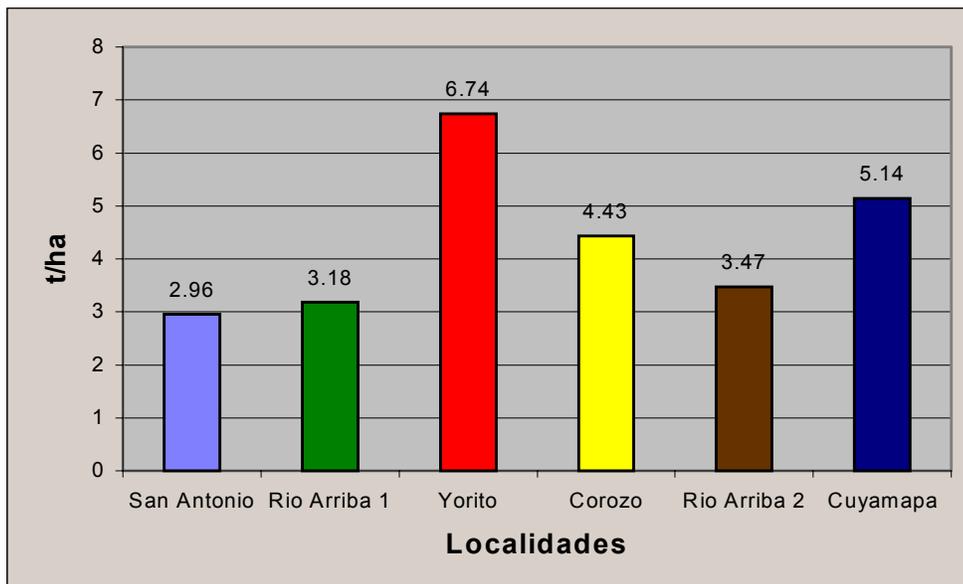


Figura 19. Rendimientos de grano promedio a través de las seis localidades del ensayo.

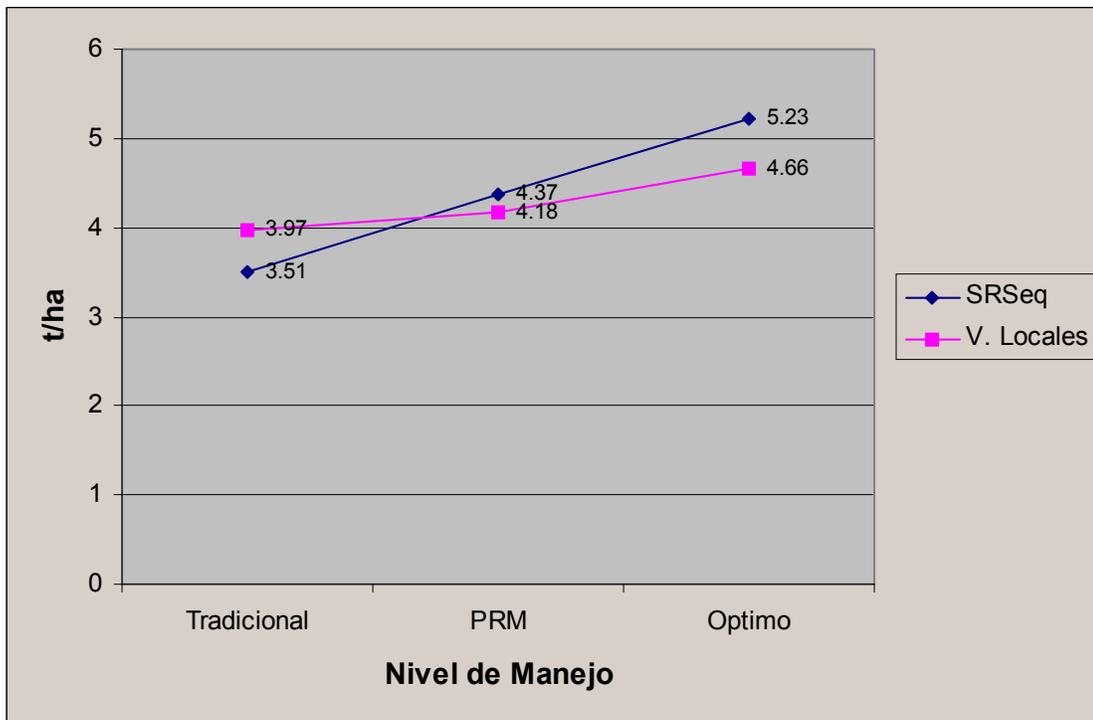


Figura 20. Efecto de la interacción de la variedad con el nivel de manejo sobre el rendimiento de grano a través de las seis localidades del ensayo

La producción de rastrojo (ver Figura 21) fue superior en la localidad de Yorito (8.16 t ha^{-1}), el promedio a través de las seis localidades fue de 5.86 t ha^{-1} ($P < 0.01$). Las variedades locales, en promedio producen más rastrojo que el SRSeq (6.75 t ha^{-1} y 4.97 t ha^{-1} , respectivamente) (ver Figura 22); los agricultores prefieren variedades que produzcan altos niveles de rastrojo, puesto que el rastrojo tiene un valor de aprovechamiento, tanto práctico como económico, en la forma de alimento para ganado vacuno durante la época seca. La interacción de la localidad con la variedad fue significativa ($P < 0.01$), siendo la fertilidad natural de los suelos y las condiciones ambientales del sitio una determinante en el nivel de producción. El manejo también influyó de manera significativa en la producción de rastrojo, registrándose, en promedio, los niveles más altos de producción de rastrojo bajo el manejo óptimo, seguido por el manejo PRM y el nivel de manejo tradicional. La interacción de la localidad con la variedad y el nivel de manejo fue significativa ($P < 0.05$).

La producción de biomasa fue significativa para la localidad ($P < 0.01$) con un promedio de 10.19 t ha^{-1} a través de los sitios de ensayo; la variedad influyó significativamente ($P < 0.1$), así como la interacción de la localidad con la variedad ($P < 0.01$). La producción de biomasa respondió al nivel de manejo ($P < 0.01$), con los mayores niveles de biomasa correspondiendo al nivel de manejo óptimo.

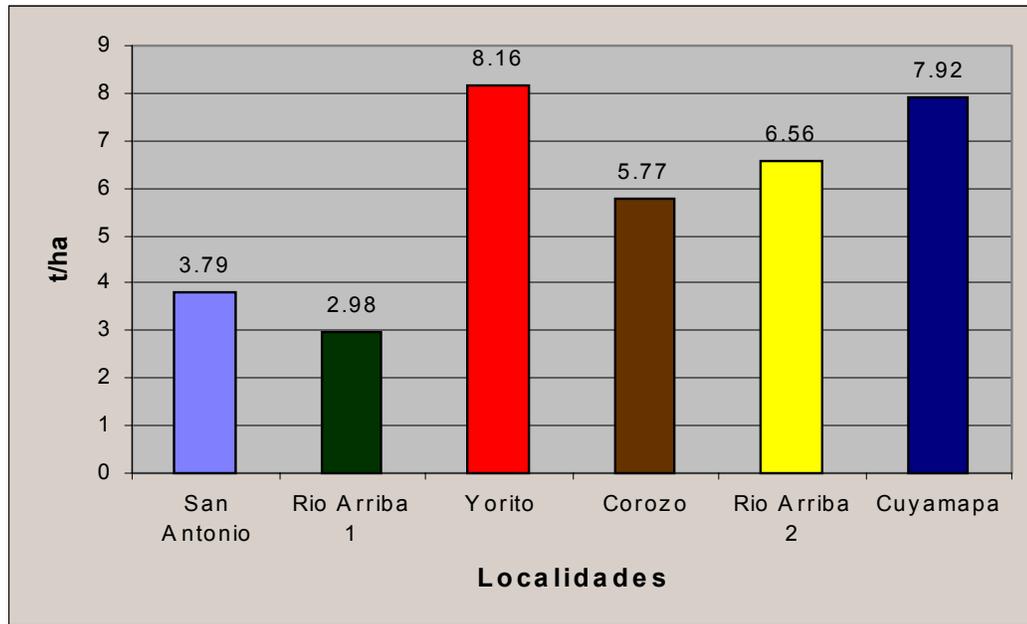


Figura 21. Producción de rastrojo promedio a través de las seis localidades del ensayo

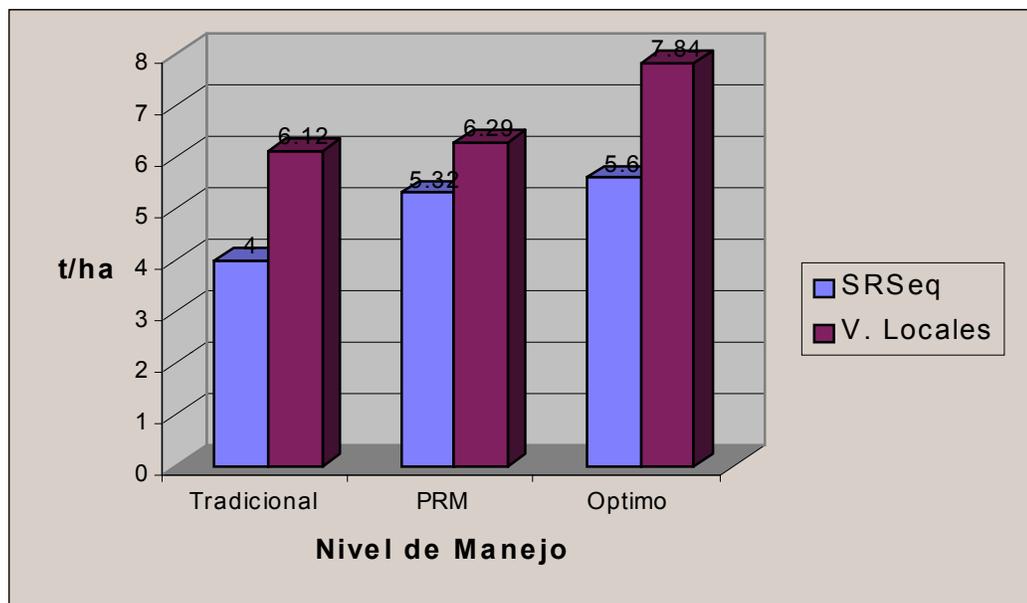


Figura 22. Producción de rastrojo promedio del SRSeq y variedades locales bajo tres niveles de manejo a través de las seis localidades del ensayo

El índice de cosecha promedio a través de las seis localidades fue de 0.44 ($P < 0.01$). La variedad influyó de manera significativa en el índice de cosecha ($P < 0.05$), teniendo el SRSeq. un mejor índice de cosecha que las variedades locales (0.47 y 0.40, respectivamente), lo cual indica que el SRSeq. es más eficiente en la producción de grano, mientras que las variedades locales producen un mayor nivel de biomasa, este hecho, como ya se discutió con anterioridad presenta ventajas al pequeño y mediano agricultor que posee ganado vacuno o que tiene localizada su parcela en zonas con explotaciones ganaderas de carácter extensivo. La interacción de la localidad con la variedad fue significativa ($P < 0.01$).

De las seis localidades en estudio, Yorito propiedad del Sr. Nestor Lazo, presentó los valores promedio más altos para todas las características de rendimiento {peso de 100 granos (36.65 g); peso de mazorca (145.15 g); hileras por mazorca (14.68); granos por hilera (37.42); granos por mazorca (550.21); rendimiento de grano (6.74 t ha^{-1}); producción de biomasa (14.91 t ha^{-1}) y producción de rastrojo (8.16 t ha^{-1})} (ver Figura 19 y 21). Las condiciones de este sitio en general son las mejores en comparación con las cinco localidades restantes; así mismo, las prácticas del agricultor en este sitio difieren de las prácticas agrícolas utilizadas en los otros sitios, {i.e., nivel de alto de insumos (ver cuadro 4)}.

El nivel más bajo de rendimiento de grano se obtuvo en la localidad de San Antonio (2.96 t ha^{-1}) (ver Figura 19), esta localidad presenta las condiciones más difíciles de terreno, aunque en comparación con las restantes cuatro localidades (a excepción de Yorito) aplicó un mayor nivel de fertilizante (ver cuadro 4).

En los cuadros 38 y 39 se presentan los valores de la biomasa de mucuna obtenidos para el periodo de siembra correspondiente a 1996. En promedio se obtuvieron niveles de 3.5 t ha^{-1} de biomasa; esta producción es relativamente buena; aunque es necesario considerar que siendo este el primer año de la incorporación de la mucuna al sistema agrícola, la aportación tanto de materia orgánica como de nitrógeno por fijación puede que no sea sustancial. Se pueden esperar resultados significativos a partir del segundo o tercer año de trabajo con la mucuna. El aspecto importante es que se han sentado las bases para que el agricultor considere el uso de la mucuna como una alternativa en la conservación de suelos.

Cuadro 30. Valores promedio de las características agronómicas por localidad

Localidad	Altura Planta (cm)	Altura de Mazorca (cm)	Mazorca Podrida (%)	Planta Acamada (%)
San Antonio	186.62	92.33	7.78	7.41
Río Arriba 1	185.87	87.12	13.01	4.28
Yorito	242.45	130.58	8.55	10.02
Corozo	231.70	122.83	6.09	5.48
Río Arriba 2	221.20	122.15	7.15	13.89
Cuyamapa	215.41	117.91	5.35	5.65
Promedio General	213.88	112.15	7.99	7.79

Cuadro 31. Valores promedio de las características agronómicas por variedad y nivel de manejo

Variedad	Manejo	Altura Planta (cm)	Altura de Mazorca (cm)	Mazorca Podrida (%)	Planta Acamada (%)
Sintético R.S.	Tradicional	182.54	95.70	7.89	7.95
	PRM	191.91	95.04	10.73	3.65
	Optimo	190.50	92.87	11.04	5.57
Promedio por Variedad		188.31	94.53	9.88	5.72
Local	Tradicional	230.70	126.70	5.93	9.12
	PRM	241.20	129.54	5.60	9.11
	Optimo	246.33	133.04	4.68	11.34
Promedio por Variedad		239.41	129.76	5.40	9.85
Fuente de Variación	Altura Planta	Altura de Mazorca	Mazorca Podrida	Planta Acamada	
Loc	13045.20***	7707.01***	176.76**	310.00***	
Rep(Loc)	388.34	342.81	45.65	32.41	
Var	94095.56**	44661.77**	962.34***	615.99*	
Loc x Var	6066.22***	3374.96***	26.51ns	96.05ns	
Man	1915.42**	37.44ns	1.17ns	71.70ns	
Var x Man	202.77ns	256.77ns	16.04ns	78.94ns	
Loc x Var x Man	430.65ns	299.45ns	17.32ns	51.60ns	
Error (b)	406.98	295.89	25.13	54.85	
Total	246120.99	139450.63	5443.98	9500.31	
C.V. (%)	9.43	15.33	62.72	95.02	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 32. Valores promedio de los componentes de rendimiento por localidad

Localidad	Mazorca/Planta	Peso 100 granos (g)	Peso Mazorca (Gr)	Mazorca/M ²	Plantas/M ²
San Antonio	0.80	31.37	77.00	3.87	4.88
Río Arriba 1	0.98	29.16	81.95	4.04	4.09
Yorito	0.96	36.65	145.15	4.76	4.94
Corozo	1.02	31.54	95.33	4.65	4.57
Río Arriba 2	0.86	35.86	93.57	3.68	4.23
Cuyamapa	0.96	33.45	99.25	5.31	5.57
Promedio General	0.93	32.98	98.71	4.38	4.71

Cuadro 33. Valores promedio de los componentes de rendimiento por variedad y nivel de manejo

Variedad	Manejo	Mazorca/Planta	Peso 100 granos (g)	Peso Mazorca (g)	Mazorca/M ²	Plantas/M ²
Sintético R.S.	Tradicional	0.94	30.76	80.36	4.29	4.61
	PRM	0.96	31.98	88.62	4.94	5.13
	Optimo	0.95	32.40	99.65	5.21	5.45
Promedio por Variedad		0.95	31.71	89.54	4.81	5.06
Local	Tradicional	0.90	35.04	106.05	3.75	4.14
	PRM	0.91	33.79	102.68	4.00	4.40
	Optimo	0.91	34.12	115.00	4.12	4.57
Promedio por Variedad		0.90	34.31	107.91	3.81	4.37
Fuente de Variación	Mazorca/Planta	Peso 100 granos	Peso Mazorca	Mazorca/M ²	Plantas/M ²	
Loc	0.16***	195.27***	14146.25***	9.29***	6.91***	
Rep(Loc)	0.01	17.97	991.87	1.04	1.08	
Var	0.07ns	242.40*	12180.80***	26.31***	17.11***	
Loc x Var	0.03*	39.70***	699.13*	1.49***	0.84*	
Man	0.00ns	2.14ns	2719.19***	5.31***	4.98***	
Var x Man	0.00ns	24.96*	484.84ns	0.96ns	0.52ns	
Loc x Var x Man	0.01ns	8.52ns	372.80ns	0.94***	0.88***	
Error (b)	0.01	9.55	320.10	0.42	0.39	
Total	2.89	2818.08	146935.25	168.60	140.06	
C.V. (%)	12.68	9.37	18.12	14.83	13.37	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 34. Valores promedio de los componentes de rendimiento por localidad

Localidad	Desgrane (%)	Hileras/Mazorca	Granos/Hilera	Granos/Mazorca
San Antonio	82.40	13.70	32.52	445.86
Río Arriba 1	86.56	14.08	34.43	486.41
Yorito	83.90	14.68	37.42	550.21
Corozo	84.54	13.42	33.30	448.03
Río Arriba 2	82.93	13.74	33.25	457.69
Cuyamapa	83.09	13.49	34.77	469.12
Promedio General	83.90	13.86	34.28	476.22

Cuadro 35. Valores promedio de los componentes de rendimiento por variedad y nivel de manejo

Variedad	Manejo	Desgrane (%)	Hileras/Mazorca	Granos/Hilera	Granos/Mazorca
Sintético R.S.	Tradicional	82.16	13.58	33.75	459.31
	PRM	84.59	13.47	34.11	459.37
	Optimo	84.99	13.80	34.72	479.24
Promedio por Variedad		83.91	13.61	34.19	465.97
Local	Tradicional	84.31	14.15	34.01	482.26
	PRM	83.40	13.87	33.58	467.43
	Optimo	84.00	14.29	35.57	509.73
Promedio por Variedad		83.90	14.10	33.72	486.47
Fuente de Variación	Desgrane	Hileras/Mazorca	Granos/Hilera	Granos/Mazorca	
Loc	54.32*	5.09***	73.29***	36903.16***	
Rep(Loc)	20.79	0.32	13.25	3912.67	
Var	0.00ns	8.41ns	1.38ns	15133.10ns	
Loc x Var	77.83**	4.93***	5.83ns	6697.94**	
Man	19.46ns	1.67**	25.98**	12654.62***	
Var x Man	42.25ns	0.07ns	5.85ns	1563.28ns	
Loc x Var x Man	35.50ns	0.36ns	9.58ns	2254.79ns	
Error (b)	32.50	0.44	7.52	2314.68	
Total	4794.08	114.69	1568.48	585419.59	
C.V. (%)	6.79	4.78	8.00	10.10	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 36. Valores promedio de rendimientos por localidad

Localidad	Rendimiento Grano (t ha ⁻¹)	Rendimiento Rastrojo (t ha ⁻¹)	Rendimiento Biomasa (t ha ⁻¹)	Indice Cosecha
San Antonio	2.96	3.79	6.76	0.44
Río Arriba 1	3.18	2.98	6.17	0.52
Yorito	6.74	8.16	14.91	0.46
Corozo	4.43	5.77	10.20	0.44
Río Arriba 2	3.47	6.56	10.03	0.37
Cuyamapa	5.14	7.92	13.06	0.40
Promedio General	4.32	5.86	10.19	0.44

Cuadro 37. Valores promedio de rendimientos por variedad y nivel de manejo

Variedad	Manejo	Rendimiento Grano (t ha ⁻¹)	Rendimiento Rastrojo (t ha ⁻¹)	Rendimiento Biomasa (t ha ⁻¹)	Indice Cosecha
Sintético R.S.	Tradicional	3.51	4.00	7.52	0.47
	PRM	4.37	5.32	9.70	0.46
	Optimo	5.23	5.60	10.84	0.49
Promedio por Variedad		4.37	4.97	9.35	0.47
Local	Tradicional	3.97	6.12	10.10	0.40
	PRM	4.18	6.29	10.47	0.40
	Optimo	4.66	7.84	12.51	0.40
Promedio por Variedad		4.27	6.75	11.02	0.40
Fuente de Variación	Rendimiento Grano	Rendimiento Rastrojo	Rendimiento Biomasa	Indice Cosecha	
Loc	49.95***	108.39***	280.68***	0.06***	
Rep(Loc)	2.22	7.82	13.54	0.01	
Var	0.38ns	113.70*	100.80*	0.18**	
Loc x Var	0.56ns	20.64***	19.99***	0.02***	
Man	17.55***	33.11***	98.96***	0.00ns	
Var x Man	3.27**	5.92ns	9.72*	0.00ns	
Loc x Var x Man	0.79ns	5.88**	9.26***	0.00ns	
Error (b)	0.68	2.85	4.02	0.00	
Total	412.58	1352.49	2612.96	1.54	
C.V. (%)	19.19	28.79	19.69	17.75	

*, **, ***, ns: significativo al 10%, significativo al 5%, significativo al 1% y no significativo, respectivamente.

Cuadro 38. Peso seco promedio de la biomasa de mucuna en asocio con la variedad local y el SRSeq a través de las localidades del ensayo, 1996

LOCALIDAD	Asocio con Variedad Local (peso seco t ha⁻¹)	Asocio con SRSeq (peso seco t ha⁻¹)
San Antonio	3.00	3.10
Río Arriba 1	3.77	4.55
Yorito	3.72	4.15
Corozo	2.66	3.33
Río Arriba 2	4.42	3.72
Cuyamapa	3.47	3.02

Area Muestrada = 1 m²

Cuadro 39. Comparación de pesos secos promedio de la biomasa de mucuna en asocio con las variedades locales y el SRSeq, 1996

VARIEDAD	PESO PROMEDIO (t ha⁻¹)
Locales	3.50
SRSeq.	3.64

4.9 ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO

El análisis socioeconómico debería complementar el análisis de los experimentos de campo dado que en muchas ocasiones las recomendaciones formuladas por el investigador a partir de los resultados de campo no pueden ser adoptadas por el agricultor puesto que este puede no disponer de los medios económicos para implementar la propuesta tecnológica (i.e., niveles más altos de fertilizante, uso de semilla de variedades mejoradas, implementación de obras de conservación de suelos, etc.), o bien del tiempo o la disposición cultural para adoptar o realizar tal o cual trabajo (costo de oportunidad de la mano de obra del campesino). El análisis socioeconómico brinda una herramienta más para poder formular recomendaciones factibles que estén de acorde con la realidad y posibilidad de los agricultores.

Tal y como lo confirma lo expresado en el manual: La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos (CIMMYT, 1988): “Una recomendación es información que el agricultor puede utilizar para mejorar la productividad de sus recursos. Puede considerarse que una buena recomendación es aquella acción que el agricultor escogería si contara con toda la información que los investigadores tienen. El agricultor puede utilizar una recomendación directamente, como en el caso de una variedad determinada, o quizá tenga que ajustarla a sus condiciones y necesidades, como en el caso del nivel de fertilizantes o de una técnica de almacenamiento. Los datos agronómicos en los que se fundamentan las recomendaciones deben corresponder a las condiciones agroecológicas del agricultor, y la evaluación de tales datos debe ser coherente con sus objetivos y circunstancias socioeconómicas”.

Los datos presentados en este capítulo provienen tanto de información recabada durante la primera encuesta aplicada a los agricultores en 1996 (ver Anexo No.7), de información recabada durante la segunda encuesta aplicada a los agricultores en 1997 (ver Anexo No.8) y de las apreciaciones y datos proporcionados por los agricultores durante un taller participativo realizado del 22 al 25 de septiembre de 1997 en el Municipio de Yorito, Departamento de Yoro con los agricultores que participaron en el experimento, este taller se realizó bajo la coordinación de Jerome Fournier (CIMMYT/PRM) y la supervisión de Gustavo López (DICTA/PRM).

Los datos se presentan en formato de quintales por manzana (1 manzana en la zona de Yoro es igual a 8,400 m²), puesto que esta es la forma en como el grano y los fertilizantes se comercializan en Honduras.

4.9.1 Análisis de los componentes de producción

A continuación se presenta una descripción de los componentes del sistema de producción que se utilizaron en el experimento bajo los tres niveles de manejo (Tradicional, PRM y Óptimo). Los datos se presentan por localidad y agricultor, clasificados según el nivel de manejo implementado. La implementación de las diversas prácticas de manejo se ve reflejada en el posterior análisis de costos y beneficios.

En lo que respecta a las prácticas de producción implementadas por los agricultores estas variaron de localidad a localidad, según el agricultor. Las prácticas implementadas en el sistema de manejo PRM y en el sistema Óptimo fueron homogéneas a través de las seis localidades.

En el nivel de manejo PRM (ver cuadros 40 al 45) se sembró con chuzo, no se aplicó tratamiento a la semilla, se aplicaron 3 quintales de fórmula 18-46-0 por manzana y 3 quintales de urea por manzana; no se aplicaron plaguicidas, no se aplicó fungicidas ni herbicidas y se realizó una limpia de malezas durante el ciclo del cultivo en forma manual.

En el nivel de manejo Óptimo (ver cuadros 40 al 45) se sembró también con chuzo, no se trató químicamente la semilla y se aplicaron 4 quintales de fórmula 18-46-0 por manzana y 6 quintales de urea por manzana; no se aplicaron ni plaguicidas ni fungicidas y la limpieza de las malezas se hizo por medio de herbicidas, en una sola aplicación durante el ciclo del cultivo.

El agricultor en la localidad de San Antonio (ver cuadro 40) sembró con chuzo, no trató su semilla, aplicó 1 quintal de fórmula 18-46-0 por manzana y 1 quintal de urea por manzana; no aplicó ningún tipo de químicos durante el ciclo de siembra y realizó por lo general una sola limpia manual de malezas.

En la localidad de Río Arriba 1 (ver cuadro 41), el agricultor se sembró con tracción animal (bueyes), no se trató la semilla y no se aplicó ningún tipo de químicos al cultivo ya sea fertilizante o plaguicidas; la única práctica de manejo que realizó este agricultor fue una limpia manual de malezas.

El agricultor en la localidad de Yorito (ver cuadro 42) utilizó para su siembra tracción animal (bueyes) y preparó el suelo con tractor, no aplicó ningún tratamiento a la semilla; utilizó 2 quintales de fórmula 18-46-0 por manzana, así como 2 quintales de urea por manzana; no utilizó plaguicidas, fungicidas o herbicidas; realizó una limpia de malezas manual durante el ciclo de cultivo. Este agricultor es de los más tecnificados de la zona y sus rendimientos son, en promedio, bastante altos.

El agricultor de la localidad de Corozo (ver cuadro 43) sembró con la ayuda de bueyes y no trató su semilla químicamente, no aplicó fertilizante en forma de fórmula, pero aplicó 1 quintal de urea por hectárea; únicamente realizó una limpia manual de malezas durante el ciclo del cultivo, no aplicó plaguicidas o fungicidas.

En la localidad de Río Arriba 2 (ver cuadro 44), el agricultor sembró con la ayuda de bueyes, no aplicó tratamiento a la semilla, no fertilizó y no aplicó ningún tipo de producto químico al cultivo; realizó una limpia de malezas manual durante el ciclo del cultivo.

El agricultor en la localidad de Cuyamapa (ver cuadro 45) sembró con chuzo, no trató su semilla, no aplicó fertilizante o productos químicos al cultivo, pero realizó tres limpiezas de malezas en forma manual durante el ciclo del cultivo.

En resumen, los agricultores utilizan pocos insumos tecnológicos, ya que ninguno de ellos aplica pesticidas químicos al cultivo y solo tres agricultores, de un total de seis estudiados, aplica fertilizantes químicos, dos de los cuales utilizan niveles bastantes bajos de fertilización. Como se puede observar ninguno de los agricultores trata su semilla antes de la siembra, lo que puede exponer la semilla el ataque de plagas.

Cuadro 40. Componentes del sistema de producción de maíz bajo distintos niveles de manejo en la localidad de San Antonio (Sr. Alejandro Estrada)

COMPONENTE	TRADICIONAL	PRM	OPTIMO
Siembra	chuzo	Chuzo	Chuzo
Tratamiento Semilla	no	No	No
Fertilización Formula	1 qq mz ⁻¹	3 qq mz ⁻¹	4 qq mz ⁻¹
Fertilización Urea	1 qq mz ⁻¹	3 qq mz ⁻¹	6 qq mz ⁻¹
Plaguicidas	no	No	No
Fungicidas	no	No	No
Limpia Malezas	1	1	No
Herbicidas	no	No	1

Cuadro 41. Componentes del sistema de producción de maíz bajo distintos niveles de manejo en la localidad de Río Arriba 1 (Sr. Hipolito Hernandez)

COMPONENTE	TRADICIONAL	PRM	OPTIMO
Siembra	tracción animal (bueyes)	Chuzo	Chuzo
Tratamiento Semilla	no	No	No
Fertilización Formula	no	3 qq mz ⁻¹	4 qq mz ⁻¹
Fertilización Urea	no	3 qq mz ⁻¹	6 qq mz ⁻¹
Plaguicidas	no	no	no
Fungicidas	no	no	no
Limpia Malezas	1	1	no
Herbicidas	no	no	1

Cuadro 42. Componentes del sistema de producción de maíz bajo distintos niveles de manejo en la localidad de Yorito (Sr. Nestor Lazo)

COMPONENTE	TRADICIONAL	PRM	OPTIMO
Siembra	tracción animal/tractor	chuzo	Chuzo
Tratamiento Semilla	no	no	No
Fertilización Formula	2 qq mz ⁻¹	3 qq mz ⁻¹	4 qq mz ⁻¹
Fertilización Urea	2 qq mz ⁻¹	3 qq mz ⁻¹	6 qq mz ⁻¹
Plaguicidas	no	no	No
Fungicidas	no	no	No
Limpia Malezas	1	1	No
Herbicidas	no	no	1

Cuadro 43. Componentes del sistema de producción de maíz bajo distintos niveles de manejo en la localidad de Corozo (Sr. Rodrigo Palma)

COMPONENTE	TRADICIONAL	PRM	OPTIMO
Siembra	tracción animal (bueyes)	chuzo	chuzo
Tratamiento Semilla	no	no	no
Fertilización Formula	no	3 qq mz ⁻¹	4 qq mz ⁻¹
Fertilización Urea	1 qq mz ⁻¹	3 qq mz ⁻¹	6 qq mz ⁻¹
Plaguicidas	no	no	no
Fungicidas	no	no	no
Limpia Malezas	1	1	no
Herbicidas	no	no	1

Cuadro 44. Componentes del sistema de producción de maíz bajo distintos niveles de manejo en la localidad de Río Arriba 2 (Sr. Anacleto Urbina)

COMPONENTE	TRADICIONAL	PRM	OPTIMO
Siembra	tracción animal (bueyes)	chuzo	chuzo
Tratamiento Semilla	no	no	no
Fertilización Formula	no	3 qq mz ⁻¹	4 qq mz ⁻¹
Fertilización Urea	no	3 qq mz ⁻¹	6 qq mz ⁻¹
Plaguicidas	no	no	no
Fungicidas	no	no	no
Limpia Malezas	1	1	no
Herbicidas	no	no	1

Cuadro 45. Componentes del sistema de producción de maíz bajo distintos niveles de manejo en la localidad de Cuyamapa (Sr. Miguel López)

COMPONENTE	TRADICIONAL	PRM	OPTIMO
Siembra	chuzo	chuzo	chuzo
Tratamiento Semilla	no	no	no
Fertilización Formula	no	3 qq mz ⁻¹	4 qq mz ⁻¹
Fertilización Urea	no	3 qq mz ⁻¹	6 qq mz ⁻¹
Plaguicidas	no	no	no
Fungicidas	no	no	no
Limpia Malezas	3	1	no
Herbicidas	no	no	1

4.9.2 Análisis de costos y beneficios

En lo que respecta al análisis de costos y beneficios, este se realizó por localidad (cuadros 46 al 51) y según nivel de manejo o tratamiento. Al momento de calcular los costos y beneficios, se utilizaron los siguientes valores para los precios de los insumos:

1. Fertilizantes:
 - Formula (18-46-0) = Lps.170.00/qq.
 - Urea = Lps.150.00/qq.
2. Herbicida:
 - Prowl = Lps.180.00/Litro
3. Mano de Obra:
 - 1 jornal/día = Lps.25.00

La mano de obra requerida por cada actividad se calculó de la siguiente forma:

1. Siembra:
 - Tracción animal
 - a) manejo tradicional = 5 jornales/manzana
 - b) manejo PRM = 5.5 jornales/manzana
 - c) manejo Optimo = 6 jornales/manzana
 - Siembra con chuzo
 - a) manejo agricultor = 10-12 días/hombre
 - b) manejo tradicional = 5 jornales/manzana
 - c) manejo PRM = 6 jornales/manzana
 - d) manejo Optimo = 7 jornales/manzana
2. Fertilización:
 - 1 jornal/2 qq./manzana
3. Limpia Manual:
 - 16 jornales/manzana
4. Siembra Frijol Abono:
 - 6 jornales/manzana
5. Poda de Frijol Abono:
 - 6 jornales/manzana

No se calculó el precio de los costos de tratamiento de la semilla o el precio de la misma, porque como se puede apreciar en los cuadros 46 al 51, los agricultores de la zona no aplican químicos a la semilla; con respecto al precio de la semilla, los agricultores valoraron su semilla en Lps.1.50/Libra, utilizando aproximadamente 36 libras/manzana, el gasto en semilla para una manzana es de aproximadamente Lps.54.00.

El precio del maíz para el ciclo de cosecha 1996 fue de Lps.75.00 por quintal de 100 libras. No se consideró el beneficio económico que brinda el rastrojo, pero de hecho según los agricultores este tiene un valor de aprovechamiento directo, traducido en alimento para ganado vacuno, pudiendo alquilarse una manzana de rastrojo para pastoreo en Lps.360.00 a Lps.450.00. Tampoco se consideró en el análisis económico el valor de aprovechamiento del frijol abono, pero como lo expresaron los agricultores durante el taller participativo, el frijol abono puede ser comercializado como alimento para humanos (pasteles, pinol, café) con valor de Lps.2.00 la libra o como alimento para ganado porcino, vendiéndose la libra a Lps.3.00; también se puede comercializar la venta de semilla para siembra.

En el cuadro 46 se puede apreciar el análisis de costos y beneficios de la localidad de San Antonio. La parcela bajo manejo tradicional registro 43.7 quintales por manzana. Los rendimientos bajo el manejo PRM fueron superiores al manejo tradicional, pero inferiores al rendimiento obtenido bajo el nivel de manejo óptimo. Los costos variables para el nivel de manejo tradicional fueron de Lps.870.00 obteniéndose un beneficio neto de Lps.2407.50. Los costos variables de los tratamientos PRM y óptimo ascendieron a Lps.1897.00 y Lps.2252.00 respectivamente; el beneficio neto que estas prácticas reportaron esta casi Lps.1000.00 por debajo de lo obtenido con la práctica tradicional del agricultor. La diferencia en beneficios netos es causada por la diferencia en los niveles de rendimiento y costos variables, siendo la diferencia en rendimientos entre tratamientos bastante baja, mientras que las diferencias en costos variables son bastante altas..

El análisis de costos y beneficios para la localidad de Río Arriba 1 se presenta en el cuadro 47. El rendimiento de grano bajo el nivel de manejo tradicional alcanzó los 40.2 qq mz^{-1} , 47.1 qq mz^{-1} bajo el tratamiento PRM y 60.2 qq mz^{-1} bajo el tratamiento óptimo. Si bien es cierto, hay una notable diferencia de casi 20 qq mz^{-1} entre el manejo tradicional y el óptimo, el beneficio neto del sistema tradicional fue mayor que el del sistema óptimo, esto es atribuible al alto nivel de costos variables del sistema óptimo comparado con el bajo nivel de costos del sistema tradicional. El sistema PRM reportó beneficios casi Lps.900.00 por debajo del sistema tradicional.

En la localidad de Yorito (ver cuadro 48) se obtuvo el nivel más alto de beneficios para todos los tratamientos, puesto que en esta localidad se registraron los niveles más altos de rendimiento de grano. El tratamiento tradicional reportó el mayor nivel de beneficios netos con un nivel medio de costos variables; en segundo lugar se coloca el tratamiento PRM. El tratamiento óptimo, si bien es cierto presentó el mayor nivel de rendimiento (109.1 qq mz^{-1}), reporta beneficios netos por debajo de lo reportado por los tratamientos tradicional y PRM; nuevamente este hecho es atribuible al alto nivel de costos variables que necesita el manejo óptimo.

En el cuadro 49 se presenta lo datos económicos de la localidad de Corozo. El tratamiento óptimo reportó el mayor rendimiento de grano, así como el mayor nivel de beneficios netos. Entre el tratamiento PRM y el tratamiento tradicional hay una diferencia de casi 16 qq mz^{-1} , sin embargo, los beneficios netos calculados para el tratamiento PRM son Lps.27.00 menos que en el tratamiento tradicional.

Los costos y beneficios de los distintos tratamientos en la localidad de Río Arriba 2 se presentan en el cuadro 50. En esta localidad el tratamiento óptimo rindió 73.1 qq mz^{-1} , obteniéndose un beneficio neto de Lps.3230.00, siendo este tratamiento, económicamente la mejor opción para el agricultor de esta localidad. El tratamiento PRM rindió casi 13 qq mz^{-1} más de lo que rindió el tratamiento tradicional, pero reportó Lps.412.50 menos de beneficio neto que el nivel de manejo del agricultor.

Finalmente en el cuadro 51 se presenta el análisis económico de la localidad de Cuyamapa. En esta localidad el tratamiento tradicional con 74 qq mz^{-1} de rendimiento de grano, deja una ganancia de Lps.4225.00. Entre el tratamiento tradicional y el tratamiento óptimo solamente hay un diferencial en beneficios netos de Lps.45.00, a favor del manejo del agricultor. Sin embargo, hay una diferencia de casi Lps.1000.00 en costos variables, entre ambos niveles de manejo. Es claro que aunque el agricultor cosecha más grano con un nivel de insumos más alto, en el aspecto económico obtiene mayor rentabilidad utilizando sus prácticas de manejo tradicional.

Para el manejo tradicional los costos variables a través de las seis localidades variaron de Lps.525.00 a Lps.1325.00. El monto de beneficios netos varió de Lps.2280.00 a Lps.6090.00. El manejo PRM reportó costos variables en el rango de los Lps.1897.00 a Lps.1910.00; obteniéndose beneficios netos para este tratamiento a través de las seis localidades en el orden de Lps.1515.00 a Lps.6037.00. El nivel de manejo óptimo reportó beneficios netos de Lps.1355.00 a Lps.5930.00, con costos variables en el rango de Lps.2252.50 a Lps.2277.50 a través de las seis localidades.

El monto promedio de beneficios netos de los tres niveles de manejo a través de las seis localidades fue: a) manejo tradicional (Lps.3472.50); b) manejo PRM (Lps.3052.00) y c) manejo óptimo (Lps.3473.33). Es difícil determinar que tratamiento, en promedio, es más conveniente para el agricultor en términos económicos. La rentabilidad de un sistema en particular está íntimamente ligada a las fluctuaciones de precios de grano en el mercado; por lo tanto el agricultor, quien en su gran mayoría tiene acceso limitado a fuentes de financiamiento, opta por la opción que le permita obtener un nivel aceptable de ganancia al mínimo costo posible. En las localidades de San Antonio, Río Arriba 1, Yorito y Cuyamapa la mejor opción económica fue el nivel de manejo tradicional; el nivel de manejo óptimo reportó el mayor beneficio neto en las localidades de Corozo y Río Arriba 2, donde las diferencias en rendimientos son notables. En los sitios donde el nivel de manejo óptimo resultó como la mejor opción económica, las diferencias en beneficios netos con el manejo tradicional fueron mínimas. El manejo PRM no resultó como opción económica en ninguna de las seis localidades.

En lo que se refiere a los costos variables, para el nivel de manejo tradicional, el principal gasto es la limpia manual (Lps.400.00, en promedio) a excepción de la localidad de Cuyamapa donde el agricultor invirtió Lps.1200.00 en actividades de limpia. En la localidad de Corozo, aparte del costo de la limpia, el agricultor invirtió Lps.150.00 por manzana en fertilizantes; también en la localidad de Yorito el agricultor invierte en fertilizantes, con un costo aproximado de Lps.640.00 por manzana.

Para el tratamiento PRM, los mayores costos provienen de fertilizantes (Lps.960.00 por manzana, en promedio), limpia manual (Lps.400.00) y el manejo del frijol terciopelo (Lps.325.00, aproximadamente entre costos de siembra y mantenimiento).

En el nivel de manejo óptimo, el mayor costo variable corresponde al uso de fertilizante (Lps.1580.00, en promedio por manzana), seguido del costo incurrido por el uso de herbicidas (Lps.397.00 en promedio por manzana). Es de hacer notar que el costo de aplicar herbicida en el manejo óptimo es casi el mismo al equivalente de la limpieza de malezas en forma manual o bien al costo del manejo del frijol terciopelo en el manejo tradicional y PRM.

Las notables diferencias entre los beneficios netos reportados por los distintos niveles de manejo a través de las seis localidades, aun y cuando estos no correspondan a los niveles de rendimiento de grano obtenidos por uno y otro tratamiento, están en función de las diferencias en el monto de los costos variables (altos para los tratamientos óptimo y PRM y bajos para el nivel de manejo tradicional).

Sin embargo, es necesario hacer la aclaración que en una estrategia de manejo de recursos naturales en un cuenca hidrográfica, donde se busca obtener resultados a mediano y largo plazo, difícilmente podemos aceptar un planteamiento económico basado solamente en el análisis de costos y beneficios de producción, dejando a un lado externalidades tales como las consideraciones de tipo ambiental. Al aceptar la práctica del agricultor como tecnología viable de producción estaríamos incrementando los procesos de degradación de los recursos naturales del área de la cuenca del río Tascalapa con las consecuencias de tala y quema de los bosques, erosión, periodos de barbecho más cortos, menor disponibilidad de leña, reducción de las fuentes de agua y por ende reducción en el suministro de agua al embalse hidroeléctrico Francisco Morazán, así como toda una serie de factores de orden social que escapan fuera del espectro de análisis de este estudio.

El diferencial en rendimiento de grano que se obtiene con una tecnología mejorada en comparación con la práctica del agricultor se puede valorar en términos de hectáreas de bosque que no son descombradas para cultivo. El incremento o mantenimiento de la producción, sin tener que recurrir a la habilitación de nuevas tierras, tiene implicaciones de alto valor en términos ambientales. Es necesario considerar tácticas y estrategias que nos aseguren la adopción de tecnologías de agricultura sostenible tales como la propuesta del PRM, la cual tiene como finalidad la adecuada conservación del suelo y el alargamiento de los periodos de barbecho para evitar la tala y quema de los bosques y así evitar el avance de la frontera agrícola.

Cuadro 46. Análisis de costos y beneficios de los distintos tratamientos en la localidad de San Antonio

CONCEPTO	TRADICIONAL	PRM	OPTIMO
<i>Rendimiento (qq mz⁻¹)</i>	43.7	45.5	48.1
<i>Rendimiento de Rastrojo (qq mz⁻¹)</i>	55.5	61.1	62.6
<u><i>Beneficios Brutos de Campo</i></u>	Lps.3277.50	Lps.3412.5	Lps.3607.5
Costos Variables por Manzana	Lps.	Lps.	Lps.
<i>Siembra</i>	125.00	137.50	150.00
<i>Herbidas</i>	-----	-----	397.50
<i>Limpia Manual</i>	400.00	400.00	-----
<i>Siembra de Frijol Terciopelo</i>	-----	175.00	-----
<i>Poda</i>	-----	150.00	-----
<i>Fertilizantes</i>	320.00	960.00	1580.00
<i>Mano de Obra</i>	25.00	75.00	125.00
<u><i>Total</i></u>	870.00	1897.50	2252.50
Beneficio Neto	2407.50	1515.00	1355.00

Cuadro 47. Análisis de costos y beneficios de los distintos tratamientos en la localidad de Río Arriba 1

CONCEPTO	TRADICIONAL	PRM	OPTIMO
<i>Rendimiento (qq mz⁻¹)</i>	40.2	47.1	60.2
<i>Rendimiento de Rastrojo (qq mz⁻¹)</i>	33.2	51.1	56.8
<u><i>Beneficios Brutos de Campo</i></u>	Lps.3015.00	Lps.3532.5	Lps.4515.00
Costos Variables por Manzana	Lps.	Lps.	Lps.
<i>Siembra</i>	125.00	137.50	150.00
<i>Herbidas</i>	-----	-----	397.50
<i>Limpia Manual</i>	400.00	400.00	-----
<i>Siembra de Frijol Terciopelo</i>	-----	175.00	-----
<i>Poda</i>	-----	150.00	-----
<i>Fertilizantes</i>	-----	960.00	1580.00
<i>Mano de Obra</i>	-----	75.00	125.00
<u><i>Total</i></u>	525.00	1897.50	2252.50
Beneficio Neto	2490.00	1635.00	2262.5

Cuadro 48. Análisis de costos y beneficios de los distintos tratamientos en la localidad de Yorito

CONCEPTO	TRADICIONAL	PRM	OPTIMO
<i>Rendimiento (qq mz⁻¹)</i>	97.4	105.8	109.1
<i>Rendimiento de Rastrojo (qq mz⁻¹)</i>	117.4	122.5	145.9
<u><i>Beneficios Brutos de Campo</i></u>	Lps.7305.00	Lps.7935.00	Lps.8182.5
Costos Variables por Manzana	Lps.	Lps.	Lps.
<i>Siembra</i>	125.00	137.50	150.00
<i>Herbidas</i>	-----	-----	397.50
<i>Limpia Manual</i>	400.00	400.00	-----
<i>Siembra de Frijol Terciopelo</i>	-----	175.00	-----
<i>Poda</i>	-----	150.00	-----
<i>Fertilizantes</i>	640.00	960.00	1580.00
<i>Mano de Obra</i>	50.00	75.00	125.00
<u><i>Total</i></u>	1215.00	1897.00	2252.50
Beneficio Neto	6090.00	6037.00	5930.00

Cuadro 49. Análisis de costos y beneficios de los distintos tratamientos en la localidad de Corozo

CONCEPTO	TRADICIONAL	PRM	OPTIMO
<i>Rendimiento (qq mz⁻¹)</i>	53.9	69.5	81.8
<i>Rendimiento de Rastrojo (qq mz⁻¹)</i>	74.8	96.4	101.3
<u><i>Beneficios Brutos de Campo</i></u>	Lps.4042.50	Lps.5212.50	Lps.6135.00
Costos Variables por Manzana	Lps.	Lps.	Lps.
<i>Siembra</i>	125.00	137.50	150.00
<i>Herbidas</i>	-----	-----	397.50
<i>Limpia Manual</i>	400.00	400.00	-----
<i>Siembra de Frijol Terciopelo</i>	-----	175.00	-----
<i>Poda</i>	-----	150.00	-----
<i>Fertilizantes</i>	150.00	960.00	1580.00
<i>Mano de Obra</i>	25.00	75.00	125.00
<u><i>Total</i></u>	700.00	1897.50	2252.50
Beneficio Neto	3342.50	3315.00	3882.50

Cuadro 50. Análisis de costos y beneficios de los distintos tratamientos en la localidad de Río Arriba 2

CONCEPTO	TRADICIONAL	PRM	OPTIMO
<i>Rendimiento (qq mz⁻¹)</i>	37.4	50.2	73.1
<i>Rendimiento de Rastrojo (qq mz⁻¹)</i>	77.5	90.4	141.9
<u><i>Beneficios Brutos de Campo</i></u>	Lps.2805.00	Lps.3765.00	Lps.5482.50
Costos Variables por Manzana	Lps.	Lps.	Lps.
<i>Siembra</i>	125.00	137.50	150.00
<i>Herbidas</i>	-----	-----	397.50
<i>Limpia Manual</i>	400.00	400.00	-----
<i>Siembra de Frijol Terciopelo</i>	-----	175.00	-----
<i>Poda</i>	-----	150.00	-----
<i>Fertilizantes</i>	-----	960.00	1580.00
<i>Mano de Obra</i>	-----	75.00	125.00
<u><i>Total</i></u>	525.00	1897.50	2252.50
Beneficio Neto	2280.00	1867.50	3230.00

Cuadro 51. Análisis de costos y beneficios de los distintos tratamientos en la localidad de Cuyamapa

CONCEPTO	TRADICIONAL	PRM	OPTIMO
<i>Rendimiento (qq mz⁻¹)</i>	74	78.1	86.1
<i>Rendimiento de Rastrojo (qq mz⁻¹)</i>	112.9	127.4	133.7
<u><i>Beneficios Brutos de Campo</i></u>	Lps.5550.00	Lps.5857.40	Lps.6457.50
Costos Variables por Manzana	Lps.	Lps.	Lps.
<i>Siembra</i>	125.00	150.00	175.00
<i>Herbidas</i>	-----	-----	397.50
<i>Limpia Manual</i>	1200.00	400.00	-----
<i>Siembra de Frijol Terciopelo</i>	-----	175.00	-----
<i>Poda</i>	-----	150.00	-----
<i>Fertilizantes</i>	-----	960.00	1580.00
<i>Mano de Obra</i>	-----	75.00	125.00
<u><i>Total</i></u>	1325.00	1910.00	2277.50
Beneficio Neto	4225.00	3947.50	4180.00

4.9.3 Evaluación de las variedades y distintos niveles de manejo por parte de los agricultores

La información que aparece en este apartado fue sintetizada de los datos recolectados por medio de encuesta aplicada en 1997 y de las apreciaciones expresadas por los agricultores participantes en el experimento durante el taller participativo llevado a cabo en Yorito, Departamento de Yoro en el mes de septiembre de 1997, bajo la coordinación del Sr. Jerome Fournier (CIMMYT/PRM).

Para poder determinar el potencial de adopción de la tecnología es necesario conocer cual es la percepción del agricultor con respecto al paquete que se le esta ofreciendo; los agricultores manifestaron su opinión acerca del comportamiento de las variedades en estudio, así como de la respuesta del sistema a los distintos tratamientos evaluados.

En el cuadro que se presenta a continuación, se puede observar la apreciación que los agricultores de las localidades de San Antonio, Yorito y Corozo tienen de las variedades que normalmente usan en la zona.

Cuadro 52. Ventajas y desventajas de las variedades locales utilizadas por los agricultores en las localidades de San Antonio, Yorito y Corozo.

LOCALIDAD	VENTAJAS	DESVENTAJAS
San Antonio	<ul style="list-style-type: none">• Buen tamaño de planta.• Buena altura de mazorca.• Tuza tapa la mazorca.• No muestra deficiencia en el tallo al asociar con Mucuna.	<ul style="list-style-type: none">• Mazorca pequeña.• Susceptible a acame de tallo.
Yorito	<ul style="list-style-type: none">• Buen desarrollo y tamaño de mazorca.• Responde bien a altos insumos.	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna.
Corozo	<ul style="list-style-type: none">• Responde bien en condiciones de bajos insumos.	<ul style="list-style-type: none">• Potencial de rendimiento limitado.• Planta muy alta.• No responde a altas dosis de fertilizante.

Con respecto a las ventajas y desventajas comparativas que presenta el Sintético Regional de Sequía, los agricultores manifestaron lo siguiente:

Cuadro 53. Ventajas y desventajas del Sintético Regional de Sequía según apreciación de los agricultores en las localidades de San Antonio, Yorito y Corozo

LOCALIDAD	VENTAJAS	DESVENTAJAS
San Antonio	<ul style="list-style-type: none"> • Buen tamaño de mazorca. • Responde bien a bajos insumos. • Resistente a estrés hídrico. • Buena altura de mazorca. 	<ul style="list-style-type: none"> • No tapa la punta de la mazorca.
Yorito	<ul style="list-style-type: none"> • Buen desarrollo y tamaño de mazorca. • Buen tallo. • Buena altura de planta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna.
Corozo	<ul style="list-style-type: none"> • Buen vigor y tamaño de mazorca. • Buena altura de planta. • Más precoz que variedad criolla. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mala cobertura de mazorca.

En síntesis los agricultores que usan una variedad criolla de bajo rendimiento prefirió el SRSeq, puesto que comparativamente el SRSeq tiene un mejor potencial de rendimiento. Los agricultores que utilizan variedades mejoradas de alto potencial de rendimiento prefirieron quedarse con su variedad. El hecho de que la estación de lluvia relativamente copiosa impidió que el SRSeq mostrara su potencial de rendimiento bajo condiciones de estrés hídrico.

En el cuadro que se presenta a continuación, se recopilan las apreciaciones de los agricultores acerca de los niveles de manejo PRM y Óptimo:

Cuadro 54. Ventajas y desventajas de los manejos “PRM” y Óptimo según apreciación de los agricultores

MANEJO PRM		MANEJO OPTIMO	
<u>Ventajas</u>	<u>Desventajas</u>	<u>Ventajas</u>	<u>Desventajas</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Frijol de abono sirve como fertilizante. • Frijol de abono sirve contra las malezas. • Frijol de Abono mejora la tierra. • Frijol de abono afloja el suelo. • Rendimientos mejores que cuando no se utiliza fertilizante. • Costos de manejo moderados. • Frijol abono se puede aprovechar en la casa. • Frijol abono resulta práctico cuando hay pocos insumos. • El sistema ayuda a reducir la erosión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se dificulta la labor de cosecha. • Los resultados de la incorporación del mulch se ven a largo plazo. • Hay que darle mantenimiento al frijol abono. • El nivel de rendimiento es menor que con altos insumos (i.e., tratamiento óptimo). 	<ul style="list-style-type: none"> • Plantas vigorosas. • Buen tamaño de mazorca. • Buen rendimiento de grano. • Mayor densidad de plantas. • Buen desarrollo de las plantas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Necesita altos insumos. • Poco accesible económicamente • Por efecto de alta densidad algunas mazorcas resultan pequeñas.

Los agricultores se mostraron complacidos con el aspecto de las parcelas bajo el nivel de manejo óptimo, pero el alto nivel de insumos que este manejo requiere se constituye en una desventaja al momento de considerar adoptar el sistema. En general los agricultores prefirieron el nivel de manejo PRM, tanto por el nivel moderado de insumos que este necesita así como por la inclusión del frijol abono en el sistema, práctica que todos los agricultores consideraron de mucho beneficio. Los agricultores están de acuerdo en que la

mejor opción de siembra constituye su variedad local de alto potencial de rendimiento, o en su defecto una variedad que permita obtener altos rendimientos, junto con la inserción del frijol abono en el sistema, con un nivel de fertilización moderado, según lo permita sus posibilidades en particular. El señor Nestor Lazo comprobó esta teoría en su campo, alcanzando con sus prácticas de manejo rendimientos muy similares a los obtenidos bajo los manejo PRM y óptimo.

Los pequeños y medianos agricultores enfrentan una serie de dificultades al momento de encontrar financiamiento para sus cultivos. Otra dificultad que enfrentan los productores de granos básicos son las condiciones cambiantes de mercado, tanto del roducto como de los insumos. Estas condiciones económicas se conjugan con la patente fragilidad ecológica del sistema de producción agrícola. Por lo tanto, es menester que los programas de extensión tanto privados como gubernamentales enfoquen sus esfuerzos hacia la concientización de los agricultores con respecto a la necesidad de implementar prácticas de producción sostenibles y más eficientes, que no solo busquen incrementar la producción sino también los procesos de protección ambiental.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El análisis de suelos permitio concluir que los factores mas limitantes para la producción de granos básicos en las laderas de Yorito y Sulaco son el fósforo y nitrógeno, lo cual se refleja en el incremento en el rendimiento de grano al pasar de una tecnología de insumos moderados (PRM) a una tecnología de altos insumos (óptimo)
2. La condición del sitio experimental (Localidad) influyo de manera altamente significativa en la respuesta de todas las variables agronómicas. Las diferencias en rendimiento a través de las seis localidades fue determinada principalmente por las condiciones del sitio, tanto edáficas como ambientales, por el nivel de manejo y por la interacción existente entre variedad y nivel de manejo. La variedad, como fuente de variación no tuvo influencia significativa a nivel estadístico sobre los valores de rendimiento.
3. El nivel de manejo tuvo efectos altamente significativos sobre casi todas la variables de interés agronómico. Los mayores rendimientos de grano se obtuvieron con el sistema óptimo, seguido por el sistema PRM y por la práctica del agricultor, la cual varia de localidad a localidad.
4. El Sintético Regional de Sequía (SRSeq) respondió mejor a la aplicación de insumos en los casos en que la variedad local (testigo del agricultor) tenía un bajo potencial de rendimiento de grano. En promedio se observa una respuesta positiva en el rendimiento de grano por parte del SRSeq y de las variedades locales al aumentar el nivel de fertilización. En general las variedades locales (testigo del agricultor), responden mejor que el SRSeq en ambientes pobres con baja aplicación de insumos.
5. En la localidad de Yorito se presentan las mejores condiciones ambientales y edáficas para el cultivo del maíz, ello se evidencia en que las dos variedades bajo los tres tratamientos registraron los mejores rendimientos de grano a través de las seis localidades.
6. En la localidad de San Antonio se registraron los niveles más bajos de rendimiento de grano; este sitio presenta las condiciones de suelo más difíciles de las seis localidades (e.g. alta pedregosidad, capa arable poco profunda), sin embargo, en este sitio, el agricultor aplica técnicas de manejo de suelos, lo que le permite seguir cultivando.
7. En los sitios como Río Arriba 1 y Río Arriba 2, los cuales tienen pendientes de 18% y 32% respectivamente, las actividades de conservación de suelos son necesarias si es que se quiere mantener la vida útil del sitio a mediano y largo plazo.

8. El rendimiento de grano más alto se obtuvo con el nivel de manejo óptimo, pero al momento de considerar el aspecto económico, se observa que este nivel de manejo no presenta la mejor ganancia. El manejo del agricultor presenta en casi todas las localidades, la mejor tasa de retorno, explicado esto por el bajo nivel de insumos que aplican los agricultores.
9. El análisis económico de costos y beneficios que se realizó en esta investigación, no resulta adecuado para formular una recomendación puesto que se está trabajando en una estrategia de manejo y conservación de recursos naturales en una cuenca hidrográfica y en condiciones de agricultura de laderas. No se hizo análisis alguno del valor que tienen los diferentes elementos del ecosistema que se estaría protegiendo al ejecutar prácticas de producción sostenibles y ambientalmente eficientes.
10. El nivel de manejo PRM, según resultados de la encuesta, recibió buena aceptación por parte de los agricultores. Económicamente, el nivel de manejo PRM no fue la mejor opción en ninguno de los casos, pero como bien lo exponen los agricultores, el uso de una variedad de alto potencial de rendimiento, con niveles de fertilización moderados más la inclusión de la mucuna en el sistema agrícola puede reportar beneficios, no solo a nivel económico en el corto plazo, sino también con respecto a la protección de los recursos naturales, lo cual reportará beneficios en el mediano y largo plazo.
11. Se recomienda explorar mediante experimentación estrategias que permitan determinar niveles óptimos de nitrógeno y fósforo y una vez obtenidos estos niveles, se busquen fuentes alternas para el suministro de los mismos tales como abonos orgánicos y reciclaje de nutrientes ya sea a través de leguminosas de coberturas y/o barbechos mejorados.
12. Así mismo, se recomienda se lleven a cabo estudios de tipo económico-ambiental, en un esfuerzo por determinar el valor monetario y ecológico que tiene el bosque, el suministro sostenible de agua y la conservación del suelo. Este tipo de conocimiento permitirá tener una mejor apreciación de los efectos y el valor que tiene la implementación de prácticas de producción sostenibles.
13. Se pueden adoptar soluciones puntuales a los múltiples problemas que amenazan los recursos naturales de una zona específica, pero hasta que no se comprenda la naturaleza holística de los flujos energéticos en los ecosistemas, no se estará en posición de hablar con propiedad de agricultura sostenible. La agricultura, el ambiente y el hombre están ligados intrínsecamente. Considerar la protección de los recursos naturales, sin considerar los problemas que agobian la agricultura y a los agricultores no tiene sentido.
14. En síntesis la mejor opción para la conservación y protección de los recursos naturales es la concientización de los agricultores por medio de la educación.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ARÉVALO-MENDÉZ, I. 1994. The assesment and development of sustainable hillside conservation technology for small farms in Central América. Report on 1994 year work. Loughborough University of Technology. 52 p.
- BRIZUELA, L.; CAMPOS, P.; DUBON, T. 1993. Estudio del Comportamiento del híbrido experimental Honduras HB-30 y el Sintético B-107 a nivel nacional e internacional durante 4 años (1988-1992). Departamento de Investigación Agrícola, Dirección Agrícola Regional del Norte, Secretaria de Recursos Naturales. Omonita, Cortes, Honduras. 20 p.
- _____; BOLAÑOS, J.; CORDOVA, H. 1997. Desarrollo y mejoramiento de germoplasma de maíz con tolerancia a sequía para las zonas tropicales de América Central. *In* Developing Drought- and Low N- Tolerant Maize. Proceedings of a Symposium, March 25-29, 1996, CIMMYT, El Batán, México. México, D.F.: CIMMYT. pp. 442-446.
- BOLAÑOS, J. 1995. Productividad con conservación: estrategias para la producción sostenible de maíz en Centro América. *In* Síntesis de Resultados Experimentales del PRM, 1993-1995, Vol. 5 (1997). pp. 170-177.
- BUCKLES, D.; PONCE, I.; SAÍN, G.; MEDINA, G. 1992. Tierra cobarde se vuelve valiente: Uso y difusión del frijol de abono (*Mucuna deeringianum*) en las laderas del Litoral Atlántico de Honduras. México, D.F. CIMMYT. 35 p.
- CIAT. 1993. Improving agricultural sustainability and livelihoods in the Central American hillsides: a proposal for the Swiss Development Cooperation (SDC). Cali, Colombia. CIAT. 36 p.
- CIAT-Laderas. 1997. Departamento de Yoro, Municipios de Yorito y Sulaco, Honduras. *In* Pagina Electrónica: www.intertel.hn/org/ciathill/yoro.htm. Tegucigalpa, M.D.C., Honduras.
- CIMMYT. 1998. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT.
- _____. 1998. Propuesta presentada al Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO). Convocatoria 1998. San José, Costa Rica.
- COX, J. 1997. Land characterization of study areas in Honduras, Central America. CIAT. Cali, Colombia. 11 p.

- DOWSWELL, C.R.; PALIWAL, R.L.; CANTRELL, R.P. 1996. Maize in the third world. Westview Press, Inc. Boulder, Colorado, U.S.A. 268 p.
- DURON, E. 1993. Effect of mulch on tropical soils. Soil Science Department. North Carolina State University. Raleigh, NC, USA. 11 p.
- GOMEZ, F. 1996. Notas para la clase de estadística II. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 150 p.
- GOMEZ, K.A.; GOMEZ, A.A. 1984. Statistical procedures for agricultural research. 2nd Edition. John Wiley & Sons, Inc. 680 p.
- LÓPEZ, E.; BARRETO, H. 1996. Caracterización de la cobertura de suelos de la cuenca del río Tascalapa, Yoro, Honduras. Programa CIAT-Laderas. Tegucigalpa M.D.C., Honduras.
- LÓPEZ, G; ZEA, J.L.; PEREZ, J.; GORDON, R.; MENDOZA, C.; BOLAÑOS, J. (1993). Respuesta del maíz a la siembra intercalada con Canavalia a distintas épocas y densidades. *In* Síntesis de Resultados Experimentales del PRM, Vol. 4 (1993). pp. 97-101.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (U.S.A.). 1993. Sustainable agriculture and the environment in the humid tropics. Committee on Sustainable Agriculture and the Environment in the Humid Tropics, Board on Agriculture and Board on Science and Technology for International Development, National Research Council. National Academy Press. Washington, DC., U.S.A. 702 p.
- PECK, R.B. 1991. Agricultura sostenida de ladera en la subregión de Yoro; la contribución potencial forestal. Programa de Desarrollo Rural Integrado de la Subregión de Yoro. Yoro, Honduras. 70 p.
- RADULOVICH, R. 1995. Agricultura sostenida en ladera en la subregión de Yoro. Informe de Consultoría para el Programa DRI-Yoro. Honduras. 30 p.
- REYES, R.; AGUILUZ, A.; ZEA, J.L.; SUAZO, L.; DUBON, T.; BRIZUELA, L. 1990. Determinación de la adaptación de variedades sintéticas de maíz (*Zea mays* L.) con tolerancia a ambientes marginales de Centro América. *In* Desarrollo y Mejoramiento de Germoplasma para Resistencia a Factores Adversos Bioticos y Abioticos 1990. Programa Regional de Maíz para Centro América, Panamá y El Caribe. pp. 97-100.
- RODRIGUEZ, R. 1997. Perfil socioeconómico de la región piloto Yorito-Sulaco, departamento de Yoro, Honduras. Proyecto de Desarrollo de Agroempresas Rurales del Centro Internacional de Agricultura Tropical. 32 p.
- SAÍN, G.; LOPEZ-PEREIRA, M.A. 1997. Producción de maíz y políticas agrícolas en Centro América y México. (Forthcoming). 39 p.

- _____ ; PONCE, I.; BORBON, E. 1993. Rentabilidad del sistema de abonera en el Litoral Atlántico de Honduras. *In Síntesis de Resultados Experimentales del PRM 1992*, Vol. 4 (1993). pp. 146-156.
- _____ ; TRIPP, R.; BRENES, R.S. 1995. Desafíos presentes y futuros del medio ambiente y la productividad en la agroempresa centroamericana. Editado por INCAE. San José, Costa Rica. 96 p.
- SCHERR, S.; MIRANDA, B.; NEIDECKER-GONZALES, O. 1997. Investigación sobre políticas para el desarrollo sostenible en las laderas mesoamericanas. IICA-Holanda/LADERAS C.A., IFPRI, CIMMYT. 338 p.
- SOSA MORAN, H.; ASCENCIO, E.N.; MENDOZA O., V.M.; ALVARADO L., A.G.; BONILLA, S. 1989. Evaluación de siembras asociadas de maíz con leguminosas y dos niveles de fósforo. Sacacoyo, El Salvador. *In Proyectos Colaborativos en Agronomía, Desarrollo y Mejoramiento de Germoplasma en Maíz (Zea mays L.)*. Programa Regional de Maíz para Centroamérica, Panamá y El Caribe, 1989. pp. 292-305.
- THUROW, L.; JUO, S.R.A. 1995. The rationale for using a watershed as the basis for planning and development. *In Agriculture and the environment: bridging food production and environmental protection in developing countries*. ASA special publication, number 60. Madison, Wisconsin, U.S.A. pp. 93-116.
- TRIOMPHE, B. 1997. Agroecología del sistema de aboneras en el Litoral Atlántico de Honduras. *In Síntesis de Resultados Experimentales del PRM 1993-1995*, Vol. 5 (1997). pp. 319-328.
- VAQUERO, R. 1997. Reconocimiento general del área Yorito-Sulaco, Departamento de Yoro, Honduras, Centro América. Proyecto CIAT-Laderas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 26 p.
- ZEA, J.L. 1992. Efecto de intercalar leguminosas con diferentes dosis de fósforo sobre el rendimiento de maíz, *Zea mays L.* en Centroamérica. *In Agronomía Mesoamericana*, Vol. 3 (1992). pp. 16-22.
- _____ ; RAUN, W.R., BARRETO, H.J. 1990. Efecto de intercalar leguminosas a diferentes fechas de siembra y dosis de fósforo sobre el rendimiento de maíz (*Zea mays L.*) en Centramérica. *In Análisis de los Ensayos Regionales de Agronomía*, 1989. Programa Regional de Maíz para Centroamérica, Panamá y El Caribe. pp. 43-60. Trabajos presentados durante el II taller latinoamericano de suelos tropicales. San José, Costa Rica. 9-13 de Julio, 1990.

7. ANEXOS

ANEXO No. 1**Área Cosechada, Rendimiento, Producción y Consumo de Maíz en Honduras, 1987-1996**

VARIABLE	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	PROMEDIO	TASA
Área cosechada (ha)	343,279	333,885	350,840	367,367	429,394	433,622	430,115	390,740	409,888	399,605	388,873	1.02
Rendimiento (Mg ha⁻¹)	1.52	1.32	1.45	1.52	1.32	1.29	1.37	1.37	1.64	1.45	1.43	1.00
Producción (000 Mg)	522.2	440.5	509.7	558.0	566.2	561.2	589.0	535.6	672.1	580.4	553.5	1.03
Consumo per capita (Kg año⁻¹)	96.19	92.95	94.49	101.13	98.74	93.5	91.02	89.59	91.99		94.4	0.99

Fuente: FAO, 1997 (citado en CIMMYT, 1998).

ANEXO No. 2

Medias y Parámetros Estimados en el Análisis de Varianza para Estabilidad de 8 Variedades del Proyecto de Sequía en 6 Localidades, 1990.

VARIEDAD	RENDIMIENTO (t ha⁻¹)	Bi	Sdi²
BS-19	2.67	0.987	-0.580
HB-104	2.68	0.600	0.680
Sintético Local	3.08	0.811	0.230
Centa Pasaquina	2.33	0.909	0.390
Lujosa B-106	2.91	0.833	0.510
Sintético B-107*	3.16	0.914	0.836
Chorotega B-105	3.07	0.955	-0.360
Maicito (T)	2.30	0.916	-0.950

Fuente: Informe de Proyecto de Sequía (1991).

ANEXO No. 3

Respuesta al Índice de Sequía de 8 Variedades Sintéticas Evaluadas en Guatemala en 1990.

VARIEDAD	ORIGEN	INDICE DE SEQUIA
BS-19	Guatemala	0.660
HB-104	Honduras	0.340
Sintético Local	Honduras	0.596
Centa Pasaquina	El Salvador	0.704
Lujosa B-106	Honduras	0.904
Sintético B-107	Honduras	0.709
Chorotega B-105	Honduras	0.661
Maicito (T)	Honduras	0.591

Fuente: Informe de Proyecto de Sequía (1991).

ANEXO No. 4

Ganancia en la Población de Sequía de Diferentes Características a través del Índice de Selección., 1992.

VARIABLE	POBLACION	FRACCION SELECCION	GANANCIA
Días a Flor	47.71	47.50	-0.21
Altura de Planta	197.5	200.41	2.87
% Mazorcas Podridas	1.15	0.41	-0.74
Rendimiento (t ha ⁻¹)*	2.01	2.49	0.48
Rendimiento (t ha ⁻¹)**	4.15	4.87	0.72
% de Acame	7.21	7.54	2.67

Fuente: Informe de Proyecto de Sequía (1991).

Clave: * Choluteca, Honduras / ** San Andrés, El Salvador

ANEXO No. 5

Parcelas de Validación del Sintético B-107 en Tres Localidades de Honduras, 1993-A.

VARIEDAD	OMONITA		MORAZAN		DANLI		MEDIA	
	t ha ⁻¹	qq mz ⁻¹						
Sintético B-107	4.9	75.4	4.3	66.2	3.8	58.5	4.33	66.68
Maicito	3.60	55.40	3.4	52.3	3.1	47.7	3.36	51.8
CONCEPTO	OMONITA (Lps.)		MORAZAN (Lps.)		DANLI (Lps.)		MEDIA (Lps.)	
Rentabilidad neta SB-107	1416.00		1048.00		740.00		1067.00	
Rentabilidad Maicito	616.00		556.00		432.00		595.00	

Precio × QQ. = Lps.40.00

Costo × Mz. = Lps.1600.00

Fuente: Informe de Proyecto de Sequía (1991).

ANEXO No. 6**Ordenamiento Territorial y Clasificación de Laderas para Yorito y Sulaco.**

No.	CLASE	ALTITUD (msnm)	SEQUÍA (meses)	LOCALIDADES	COBERTURA	CLASE CIATHP
I	Zonas planas y valles angostos entre laderas	500-1000	6-7	Valle de Sulaco; Luquigue (plano); Yorito; Valle de Yoro	Estacional de cultivos anuales; pastos; guamiles	Plana
II	Laderas semiáridas	500-1000	7	El Desmonte; Coyol Dulce; San Antonio	Estacional de guamiles; cultivos; pasturas	Pie de monte deforestado; pasturas; cultivos
III	Laderas subhúmedas	500-1000	5-6	Río Arriba; Luquigue; Jalapa; Quebraditas; Guaco	Estacional guamiles; cultivos anuales; pasturas y remanentes de bosques de pino	Predominio pino; jaragua en laderas; cultivos anuales
III & IV	Laderas y montañas subhúmedas	800-1200	5	Vallecillos; Capiro; Los Planes; Mina Honda; Albardilla; El Pacayal; Lagunita	Semi permanente; bosque intervenido (mixto); guamiles; pastos	Latifoliado con cultivos permanentes (café); pino y pasturas
V	Montañas subhúmedas/húmedas	>1200	2-3	Higuero Quemado; La Esperanza	Permanente; Latifoliado y desiduo	Bosque Latifoliado en partes altas de montaña

Fuente: Caracterización detallada de la subregión de Yoro, Honduras. E. López y H. Barreto. Proyecto CIAT-Laderas. Abril, 1996.

ANEXO No. 7

ANEXO No. 8