

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS

**CONTRIBUCIÓN ECONÓMICA DE LA BIODIVERSIDAD DE *MUSAS*
SPP. A LA SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA A
NIVEL DEL PEQUEÑO PRODUCTOR. CASO EL CARMEN Y LA
MANÁ EN EL AÑO 2009.**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS**

JUAN CARLOS MARCILLO DELGADO

mardelosmeagol@yahoo.es

Director: Econ. Pablo Marcelo Játiva Sevilla, M.Sc.

pablo.jativa@iniap.gob.ec

Quito, mayo 2012

DECLARACIÓN

Yo, Juan Carlos Marcillo Delgado, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

JUAN CARLOS MARCILLO DELGADO

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Juan Carlos Marcillo Delgado, bajo mi supervisión.

Econ. Pablo Marcelo Játiva Sevilla, M.Sc.

DIRECTOR

Dra. Sandra Elizabeth Gutiérrez Pombosa

CODIRECTOR

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por ser misericordioso en todos los tropiezos cometidos. A nuestro señor Jesucristo por brindarme la oportunidad de ser profesional. Y al Espíritu Santo por darme la fortaleza para haber llegado hasta aquí.

Gracias a la Politécnica Nacional por ayudarme a obtener un alto nivel de formación profesional, acorde a los requerimientos de las plazas de trabajo actuales.

Al INIAP por brindarme las facilidades para realizar el presente estudio, siendo la E. E. Santa Catalina y la E. E. T. Pichilingue, las estaciones experimentales de donde más obtuve apoyo.

A la Dra. Sandra Gutiérrez, al Econ. Mendoza, e Ing. Racines, por todos sus consejos y apoyo brindados de manera desinteresada, pero muy efectivos para efectos de la presente tesis.

Al Econ. Santiago Morales y a la Dra. Carmen Suárez, por una oportunidad brindada, y confianza ciega depositada para que sea el ejecutor de esta tesis.

Un agradecimiento especial al Econ. Pablo Játiva, porque se ha portado en este transcurso como un segundo padre para mí. Brindándome sus consejos, confianza, conocimientos, experiencias y opiniones, no solo en la realización de esta tesis, sino en la formación para la vida.

DEDICATORIA

A mis padres, a mi hermana Monserrate, y a mi novia Tatiana. Por haber sido incondicionales en este proceso de formación. Y a todos mis amigos, por estar siempre cuando se los necesita, siempre brindándonos apoyo mutuo, y soñando con este grandioso día.

Juan Carlos

ÍNDICE DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	i	
LISTA DE TABLAS	iii	
LISTA DE ANEXOS	v	
RESUMEN	vi	
ABSTRACT	viii	
1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	ANTECEDENTES	2
1.1.1	LA AGRICULTURA TRADICIONAL Y LA REVOLUCIÓN VERDE	2
1.1.1.1	La agricultura tradicional	3
1.1.1.2	La Revolución Verde	4
1.1.2	EL PLÁTANO Y EL BANANO EN ECUADOR.....	5
1.1.2.1	El auge bananero.....	5
1.1.2.2	Situación actual del banano y Plátano.....	6
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.3	FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.4	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.4.1	OBJETIVO GENERAL.....	13
1.4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
1.5	JUSTIFICACIÓN.....	14
1.5.1	JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	14
1.5.2	JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	14
1.5.3	JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	16
1.6	MARCO DE REFERENCIA.....	17
1.6.1	MARCO TEÓRICO.....	17
1.6.2	MARCO CONCEPTUAL.....	18
1.6.2.1	La biodiversidad.....	18
1.6.2.2	Clasificación taxonómica de las musáceas	19
1.6.2.3	Nomenclatura de las <i>Musas</i> spp.	20
1.6.2.4	Descripción social y fenotípica de los cultivares <i>Musa</i> spp.....	21

1.6.2.4.1	Plátano Barraganete (AAB)	21
1.6.2.4.2	Plátano Dominic (AAB).....	21
1.6.2.4.3	Maqueño (AAA)	21
1.6.2.4.4	Dominico Hartón (AAB)	21
1.6.2.4.5	Morado (AAA).....	22
1.6.2.4.6	Cuatro filos (ABB).....	22
1.6.2.4.7	Orito (AA).....	22
1.6.2.4.8	Pelipita (ABB)	23
1.6.2.4.9	Guineo de Seda o Gros Michel (AAA).....	23
1.6.2.4.10	Guineo de Jardín o Enano (AAA).....	23
1.6.2.4.11	Banano comercial Williams (AAA).....	23
1.6.2.5	Principales enfermedades del cultivo de <i>Musas</i> spp.	24
1.6.2.5.1	Picudo Negro	24
1.6.2.5.2	Sigatoka negra.....	24
1.6.2.5.3	Virosis	24
1.6.2.5.4	Nematodos	24
1.6.2.6	Principales labores de manejo del cultivo <i>Musa</i> spp.	25
1.7	HIPÓTESIS DE TRABAJO	26
1.7.1	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	26
1.8	ASPECTOS METODOLÓGICOS	26
2	MARCO TEÓRICO.....	27
2.1	IMPORTANCIA DE LA BIODIVERSIDAD INTRAESPECÍFICA.....	27
2.2	ECONOMÍA POLÍTICA DE LA BIODIVERSIDAD AGRÍCOLA.....	29
2.2.1	TENDENCIA AL MONOCULTIVO	29
2.2.2	TENDENCIA GENERAL A LA CAÍDA DE LOS PRECIOS RELATIVOS DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS	29
2.2.3	PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD.....	30
2.2.4	INFORMACIÓN ASIMÉTRICA Y EXISTENCIA DE EFECTOS EXTERNOS	31
2.2.5	DERECHO DE PROPIEDAD SOBRE BIODIVERSIDAD	32
2.3	PLATAFORMA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD	33
2.4	MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD EN ECUADOR	34

2.4.1	MANEJO <i>In situ</i>	34
2.4.2	MANEJO <i>Ex situ</i>	34
2.4.3	MANEJO <i>In vitro</i>	35
2.5	EL NUEVO MODELO DE DESARROLLO Y LAS POLÍTICAS EN EL SECTOR AGRÍCOLA PARA LOGRAR LA PRESERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN ECUADOR.....	36
2.5.1	LA CONSITUCIÓN POLÍTICA DE ECUADOR SUMAK KAWSAI.....	36
2.5.2	POLÍTICAS DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO PARA EL BUEN VIVIR 2009-2013 PARA PRESERVAR LA BIODIVERSIDAD	38
2.5.3	LAS POLÍTICAS INSTITUCIONALES DEL INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP) PARA LOGRAR UN BUEN MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD	39
2.5.3.1	POLÍTICAS DE INVESTIGACIÓN PARA LA GENERACIÓN Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS Y CONOCIMIENTO.....	40
2.5.3.2	POLÍTICAS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y DIFUSIÓN DE INNOVACIONES AGROPECUARIAS	40
3	METODOLOGÍA.....	42
3.1	UNIDAD DE ANÁLISIS.....	42
3.2	LIMITACIONES DEL ESTUDIO	42
3.3	CONSTITUCIÓN INTERNA DE LAS UNIDADES PRODUCTIVAS AGROPECUARIAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	43
3.3.1	CONSIDERACIONES DEL ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES.....	43
3.3.2	EL MODELO PLANTEADO PARA EL ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES.....	46
3.3.2.1	Midiendo la biodiversidad	46
3.3.2.2	Estratificación de los suelos.....	46
3.3.2.3	Variables Seleccionadas.....	47
3.4	FACTORES AGROSOCIOECONÓMICOS QUE INCIDEN EN LA ADOPCIÓN DE ESTRATEGIAS DE USO DE LOS CULTIVARES <i>MUSA SPP.</i>	49
3.4.1	CONSIDERACIONES DEL ANÁLISIS FACTORIAL DE CORRESPONDENCIAS (AFC)	50

3.4.2	MODELOS PLANTEADOS PARA EL ANÁLISIS FACTORIAL DE CORRESPONDENCIAS	52
3.4.2.1	Variables para analizar los factores agrosocioeconómicos que inciden en las estrategias de uso de los cultivares de <i>Musas</i> spp.	52
3.4.2.2	Variables para analizar los factores agronómicos que inciden en la estrategia de uso de los cultivares <i>Musa</i> spp.	53
3.5	IMPACTO DE LOS CULTIVARES <i>MUSA</i> SPP. EN EL USO DE INSUMOS DE CONTROL QUÍMICO.....	53
3.5.1	CONSIDERACIONES DEL MODELO ANCOVA.....	54
3.5.1.1	Características del modelo	55
3.5.1.2	La estimación del modelo por Mínimos Cuadrados Ordinarios MCO	56
3.5.1.3	Validación del modelo	56
3.5.1.3.1	Prueba de Normalidad de las Perturbaciones.....	56
3.5.1.3.2	Contrastes de Normalidad de los Residuos de asimetría, curtosis y Jarque – Bera	57
3.5.1.3.3	No linealidad y Errores de Especificación.....	58
3.5.1.3.4	Prueba de Heteroscedasticidad	59
3.5.1.3.5	Prueba de Multicolinealidad	60
3.5.1.4	El modelo planteado para determinar el uso de insumos de control químico.....	61
3.5.1.4.1	Variable dependiente.....	61
3.5.1.4.2	Variables independientes	61
3.6	IMPACTO DE LA DIVERSIDAD INTRAESPECÍFICA EN LA PRODUCCIÓN DE BANANO Y PLÁTANO	63
3.6.1	EL MODELO DE CONTROL DEL DAÑO <i>GX</i> PARA PICUDO NEGRO	63
3.6.1.1	Consideraciones del Modelo Logit Multinomial	64
3.6.1.2	Variables para la estimación del modelo de control del Daño.....	66
3.6.1.2.1	Variable dependiente.....	66
3.6.1.2.2	Variables independientes	67
3.6.2	EL MODELO DE PRODUCCIÓN PLANTEADO POR LICHTENBERG Y ZILBERMAN	67
3.6.2.1	Variables seleccionadas para el modelo de producción de banano y plátano.....	69
3.6.2.1.1	Variable dependiente.....	69
3.6.2.1.2	Variables independientes	69
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	71

4.1	CONSTITUCIÓN INTERNA DE LAS UNIDADES PRODUCTIVAS AGROPECUARIAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	71
4.1.1	ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA ZONA DE ESTUDIO	71
4.1.2	EL ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES.....	79
4.1.2.1	El Carmen	81
4.1.2.1.1	Grupo Uno	82
4.1.2.1.2	Grupo Dos.....	83
4.1.2.2	La Maná	84
4.1.2.2.1	Grupo Uno	84
4.1.2.2.2	Grupo Dos.....	85
4.1.2.2.3	Grupo Tres	86
4.2	FACTORES AGROSOCIOECONÓMICOS QUE INCIDEN EN LA ADOPCIÓN DE ESTRATEGIAS DE USO DE LOS CULTIVARES <i>MUSA SPP.</i>.....	88
4.2.1	FACTORES SOCIOECONÓMICOS QUE INCIDEN EN LAS ESTRATEGIAS DE USO DE LOS CULTIVARES <i>Musa spp.</i>	88
4.2.2	FACTORES AGRONÓMICOS QUE PODRÍAN INCIDIR EN LAS ESTRATEGIAS DE USO DE DETERMINADO CULTIVAR DE <i>Musa spp.</i>	95
4.3	IMPACTO DE LOS CULTIVARES <i>MUSA SPP.</i> EN EL USO DE INSUMOS DE CONTROL QUÍMICO.....	101
4.3.1	EL MODELO ANCOVA PARA INSUMOS DE CONTROL QUÍMICO. 104	
4.3.1.1	Modelo de insumos de control químico para el Grupo de El Carmen.....	104
4.3.1.1.1	Validación del Modelo.....	105
4.3.1.1.2	Interpretación de resultados	107
4.3.1.2	Modelo de insumos de control químico para el Grupo de La Maná.....	110
4.3.1.2.1	Validación del Modelo.....	111
4.3.1.2.2	Interpretación de los resultados	113
4.3.1.3	Modelo de insumos de control químico para El Carmen y La Maná	116
4.3.1.3.1	Validación del Modelo.....	117
4.3.1.3.2	Interpretación del Modelo.....	119
4.4	IMPACTO DE LA DIVERSIDAD INTRAESPECÍFICA EN LA PRODUCCIÓN DE BANANO Y PLÁTANO	123

4.4.1	EL MODELO DE CONTROL DEL DAÑO $G(X)$ PARA PICUDO NEGRO	124
4.4.2	LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN LICHTENBERG Y ZILBERMAN PARA EL CASO <i>Musas spp.</i>	130
4.4.2.1	LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE <i>Musas spp.</i> PARA EL CARMEN ...	133
4.4.2.1.1	Validación del Modelo.....	133
4.4.2.1.2	Interpretación del Modelo.....	135
4.4.2.2	LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE <i>Musas spp.</i> PARA LA MANÁ.....	138
4.4.2.2.1	Validación del Modelo.....	138
4.4.2.2.2	Interpretación de los resultados	140
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	146
5.1	CONCLUSIONES	146
5.1.1	OBJETIVO 1: COMPOSICIÓN SOCIAL DE LAS UNIDADES PRODUCTIVAS AGROPECUARIAS	146
5.1.2	OBJETIVO 2: FACTORES AGROSOCIOECONÓMICOS QUE INCIDEN EN LA ADOPCIÓN DE ESTRATEGIAS DE USO DE LOS CULTIVARES <i>Musa spp.</i>	147
5.1.3	OBJETIVO 3: IMPACTO DE LA BIODIVERSIDAD INTRAESPECÍFICA EN EL USO DE INSUMOS DE CONTROL QUÍMICO	149
5.1.4	OBJETIVO 4: IMPACTO DE LA DIVERSIDAD INTRAESPECÍFICA EN LA PRODUCCIÓN DE BANANO Y PLÁTANO	151
5.2	RECOMENDACIONES	153
	ACRÓNIMOS	155
	REFERENCIAS	156
	ANEXOS	161

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1: Clasificación taxonómica de las musáceas	19
Figura 3-1 Formato de la Tabla disyuntiva $Z = I \times J$	44
Figura 3-2 : Matriz de frecuencias relativas F	51
Figura 4-1: Índice de Biodiversidad de Shannon.....	78
Figura 4-2: Representación de los individuos de La Maná y El Carmen en el Plano	80
Figura 4-3: Gráfico simétrico de las características de las UPAs.....	81
Figura 4-4: Motivos de siembra de los cultivares mejor representados	92
Figura 4-5: Representación de los cultivares que se siembran por curiosidad	94
Figura 4-6: Resistencia de cultivares <i>Musa spp.</i> a enfermedades.....	99
Figura 4-7: promedio de hojas funcionales para una muestra de cinco plantas por ha.....	101
Figura 4-8 Promedio de galerías encontradas en plantas cosechadas.....	102
Figura 4-9: Plantas volcadas por nematodos a un radio de 15 m ² por ha	103
Figura 4-10: Valores actuales, estimados y residuos del modelo de insumos de control químico para el grupo del sector El Carmen	104
Figura 4-11: Prueba de Normalidad de los residuos para el modelo ICQ del grupo El Carmen	106
Figura 4-12: Valores actuales, estimados y residuos del modelo de insumos de control químico para el grupo del sector La Maná	111
Figura 4-13: Prueba de Normalidad de los residuos para el modelo IQC del grupo la Maná.....	112
Figura 4-14: Valores actuales, estimados y residuos del modelo de insumos de control químico para el grupo del sector La Maná y El Carmen	117
Figura 4-15: Prueba de Normalidad de los residuos para el modelo IQC del grupo de El Carmen y La Maná	118
Figura 4-16: Residuos generalizados, datos actuales y predichos para el modelo G(X)...	124

Figura 4-17: Probabilidades de poseer ningún nivel de daño, daño bajo, medio o alto para los pequeños agricultores de El Carmen y La Maná	129
Figura 4-18: Valores actuales, estimados y residuos del modelo de producción para el grupo del Carmen	133
Figura 4-19: Prueba de Normalidad de los residuos para el modelo de producción del grupo de El Carmen	134
Figura 4-20: Valores actuales, estimados y residuos del modelo de producción para el grupo La Maná	138
Figura 4-21: Normalidad de los residuos para el modelo de Producción de La Maná.....	139

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Combinaciones para la estratificación de los suelos	47
Tabla 2: Características del jefe de hogar.....	73
Tabla 3: Composición del Hogar.....	74
Tabla 4: Estado de la vivienda.....	75
Tabla 5: Herramientas utilizadas para manejo de cultivo, valoradas en USD	76
Tabla 6: Aspectos relacionados al cultivo de <i>Musas spp.</i> USD	77
Tabla 7: Cultivares Encontrados en la Zona de estudio	78
Tabla 8: Valores propios y porcentajes de inercia.....	79
Tabla 9: Contribuciones $CTA \propto J\lambda$ mejor explicadas	80
Tabla 10: Test de independencia entre Filas y Columnas	88
Tabla 11: Valores propios y porcentajes de Inercia	88
Tabla 12: Pesos, distancias y distancias cuadradas al origen, inercias e inercias relativas para los perfiles fila	89
Tabla 13: Pesos, distancias y distancias cuadradas al origen, inercias e inercias relativas, para los perfiles columna.....	90
Tabla 14: Contribuciones Fila	91
Tabla 15: Contribuciones columna.....	91
Tabla 16: Test de independencia entre filas y columnas.....	95
Tabla 17: Valores propios y porcentajes de inercia.....	96
Tabla 18: Pesos, distancias y distancias cuadradas al origen, inercias e inercias relativas, para los perfiles fila	96
Tabla 19: Pesos, distancias y distancias cuadradas al origen, inercias e inercias relativas, para los perfiles columna.....	97
Tabla 20: Contribuciones Fila	98
Tabla 21: Contribuciones columna.....	98
Tabla 22: Test de Heteroscedasticidad para el modelo IQC del grupo de El Carmen	105
Tabla 23: Test RESET de Ramsey para el modelo ICQ del grupo de El Carmen	105
Tabla 24: Factores de inflación de la Varianza	106

Tabla 25: Modelo IQC para el Carmen	108
Tabla 26: Test de Heteroscedasticidad para el modelo ICQ del grupo de la Maná	111
Tabla 27: Test RESET de Ramsey para el modelo ICQ del grupo de la Maná.....	112
Tabla 28: Factores de inflación de la varianza para el modelo IQC del grupo La Maná ..	113
Tabla 29: Modelo IQC para el grupo de La Maná	114
Tabla 30: Test de Heteroscedasticidad para El modelo IQC de La Maná y El Carmen ...	117
Tabla 31: Test buena especificación del modelo IQC de La Maná y El Carmen.....	118
Tabla 32: Test de Multicolinealidad para el modelo IQC del grupo de El Carmen y La Maná	119
Tabla 33: ARCH LM test para medir heteroscedasticidad condicional	120
Tabla 34: Modelo de ICQ para El Carmen y La Maná	121
Tabla 35: Modelo de control del daño para Picudo Negro.....	125
Tabla 36: Efectos marginales para nivel de daño Ninguno, Poco, Medio y Mucho	126
Tabla 37: Ingresos Generales de La variedades por Zona.....	132
Tabla 38: Test de Heteroscedasticidad para el modelo de producción de el grupo de El Carmen	133
Tabla 39: Test de buena especificación del modelo de producción para el grupo de El Carmen	134
Tabla 40: Test de multicolinealidad para el modelo de producción de el grupo de El Carmen	135
Tabla 41: Modelo de producción LZ para el grupo de El Carmen.....	136
Tabla 42: Test de Heteroscedasticidad para el modelo de producción para el grupo de La Maná	139
Tabla 43: Test de buena especificación del modelo de producción para el grupo de La Maná	139
Tabla 44: Test de Multicolinealidad para el modelo de Producción de La Maná	140
Tabla 45: Test Arch LM para medir heteroscedasticidad condicional	141
Tabla 46: Modelo de producción LZ para el grupo de La Maná.....	142

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A–EFECTO MARGINAL DE LAS VARIABLES DEL MODELO DE CONTROL DEL DAÑO	162
ANEXO B- VALORES ESTIMADOS DEL MODELO DE CONTROL DEL DAÑO PARA PICUDO NEGRO	163
ANEXO C–ANEXOS DEL CD	166

RESUMEN

El presente estudio persigue comprobar que a mayores niveles de biodiversidad de *Musas* spp., la producción se vuelve más sostenible. Para facilitar la comprensión, se diferencié entre Agricultura Tradicional y Revolución Verde, luego se dio a conocer la evolución de la realidad del plátano y banano en Ecuador.

El método de estudio comprendió cuatro pasos: El primero, conocer la composición social de las fincas a través del Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM). El segundo, conocer la relación existente entre el agricultor y la biodiversidad de *Musas*, lo que le motivó al agricultor a adoptar determinado cultivar y cómo entiende la susceptibilidad de los mismos, para lo que se realizó un Análisis Factorial de Correspondencias (AFC).

El tercer paso, analizar el uso de agroquímicos, y el papel de la biodiversidad intraespecífica para lograr mayor sostenibilidad del cultivo, por lo que se estimó una función de uso de agroquímicos por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Finalmente se observa la contribución de la biodiversidad intraespecífica a la reducción de plagas y enfermedades en la parcela y cómo los ingresos se afectan en realidades donde existen monocultivos y altos niveles de biodiversidad, para esto se utilizó la función de producción Lichtenberg y Zilberman (1986), la que se complementa con un modelo de control del daño (logit multinomial ordenada).

Los resultados mostraron una clara diferencia existente entre los grupos de El Carmen y La Maná, y a nivel interior de los mismos, identificando cinco subgrupos. Se logró divisar entre cultivares destinados para la venta, para el autoconsumo de la finca y cultivares que se sembraron por curiosidad. Mostrando distintos niveles de resistencia a plagas. La función de uso de agroquímicos mostró que a mayores niveles de biodiversidad intraespecífica, el nivel de uso de agroquímicos es inferior.

La función de control del daño, muestra como la biodiversidad puede ser utilizada como una medida que ayuda a mitigar los riesgos contra plagas y enfermedades y cómo el mal uso de agroquímicos afecta la plantación, evidenciando la poca o ninguna capacitación brindada al pequeño productor.

Mientras que a través de la función de producción se logró apreciar que la gran mayoría de la biodiversidad de *Musas* spp. no es conocida por el mercado, tal vez debido a la falta de promoción, por lo que sus precios de venta son ínfimos, destacando la poca aplicación técnicas de marketing para lograr ingresos más altos. Este desconocimiento de la diversidad en el mercado puede deberse

también a que el productor no le incluye en su finca con fines comerciales.

Palabras Clave: *Musas* spp., Economía agrícola, Biodiversidad intraespecífica, Monocultivo, Policultivo

ABSTRACT

This research aims to verify that where there are higher levels of biodiversity of *Musa* spp., production becomes more sustainable. To facilitate understanding, agriculture history has been differentiated between Traditional Agriculture and Green Revolution. Then, it was announced historical changes of plantain and banana in Ecuador.

The method included four steps: First, to know the farm's social composition through a Multiple Correspondence Analyses (MCA). Second, knowing the relationship between farmer and *Musa*'s biodiversity, what motivated him to grow particular specie and how does farmer understand the susceptibility of *Musa* spp., for what was done a Correspondence Factor Analysis (CFA).

The third step, analyzing agrochemical use, and the role of intraspecific biodiversity to achieve greater crop sustainability, so it was estimated an agrochemicals use function by Ordinary Least Squares (OLS). Finally, there is the intraspecific biodiversity contribution to reduce pests and diseases in the plot and how income is affected in situations where there are monocultures and high levels of biodiversity, in this case, it was used the Lichtenberg and Zilberman production function (1986) , which is complemented by a damage control model (Multinomial Logit Ordered).

The results showed a clear difference between the groups of El Carmen and La Mana, inside them and between them, identifying five subgroups. It was possible to distinguish among cultivars intended for sale, for farm consumption and cultivars planted out for curiosity. It was shown different resistance levels to pests and diseases. The agrochemical use function showed that higher levels of intraspecific biodiversity produce lower levels of agrochemicals use.

The pest damage control function shows how biodiversity can be used as a measure that helps to mitigate pest and disease risks, and how the agrochemical misuse affect planting, evidencing little or no training provided to small farmers.

Through the production function it was possible to appreciate that the vast majority of *Musa* biodiversity is not known by the market, perhaps due to the lack of promotion, therefore their selling prices are minimal, highlighting lack of marketing techniques to achieve higher incomes. This ignorance about biodiversity in the market may also be due to the fact that producers do not include some species in their farms with commercial purposes. **Key words:** *Musa* spp., Agricultural economics, Intraspecific biodiversity, Monoculture, Polyculture

1 INTRODUCCIÓN

En el año 2006 con la iniciativa de Bioversity International¹, se implementa un proyecto internacional titulado *Conservación y uso de la diversidad genética cultivada para el control de plagas en apoyo a la agricultura sostenible*. Así, Ecuador al ser miembro del grupo, inicia un proyecto de investigación y desarrollo para el uso de la agrobiodiversidad a favor del bienestar rural. Siendo la agencia de ejecución nacional, el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (Proyecto Bioversity, 2006)

El objetivo de este proyecto internacional es “comprobar la menor vulnerabilidad en el cultivo a través de incrementar la biodiversidad genética”. Partiendo del principio básico que a mayores niveles de biodiversidad intraespecífica² en una parcela, se va a disponer de mayores fuentes de resistencia, y por tanto mayor sostenibilidad del cultivo. (Proyecto Bioversity, Ob. Cit.)

Todo esto permitirá preservar la diversidad genética, a través de su uso para el manejo racional de plagas. Además de garantizar la seguridad alimentaria, y mejorar la seguridad del ecosistema.

El presente estudio se desprende de este proyecto, se orienta específicamente hacia los cultivares *Musas spp.*³ y se desarrolla en base a información generada por el Departamento de Protección Vegetal de la E.E.T. Pichilingue.

¹Bioversity International, es una organización mundial en investigación para el desarrollo, sin fines de lucro, dedicada a investigar cómo el uso de la biodiversidad, mejora la vida de las personas, tomando la agricultura sostenible, la nutrición y la conservación como sus retos fundamentales.

² Biodiversidad intraespecífica: también conocida como biodiversidad varietal o biodiversidad genética, se refiere a la variedad genes de una especie viva, que hace que las especies tengan distintas características, tanto en apariencia, como en esencia.

³ El término *musa spp.* se lo usa para referirse a todos los cultivares que dan fruto comestible de plátano, orito, banano, etc.

La recolección de datos se realizó en las zonas de El Carmen y La Maná. Se escogió El Carmen por su contribución a la economía, a través de la generación de divisas. En cambio, La Maná fue seleccionada por poseer los mayores niveles de biodiversidad de *Musas* en Ecuador. Se excluyó de este análisis la parte comercial de gran escala, debido a que la orientación del proyecto es hacia el fortalecimiento del pequeño productor, que además posee los mayores índices de biodiversidad.

1.1 ANTECEDENTES

La agrobiodiversidad, es un legado transmitido de generación en generación, desde que el ser humano descubrió la agricultura. Para entender los problemas que esta sufre en la actualidad, se hace referencia a las formas de manejo que tenía en el pasado y las que se le dan actualmente, y así, descubrir el porqué de tanta erosión genética.

Una vez comprendido, el paso de la agricultura tradicional a la convencional, hay que conocer los cambios sociales que han ocasionado el banano y plátano en la historia del país, y el rol que estos productos ejercen en la economía ecuatoriana.

1.1.1 LA AGRICULTURA TRADICIONAL Y LA REVOLUCIÓN VERDE

El desarrollo tecnológico y la ciencia han prevalecido en la agricultura durante más de medio siglo. Sin embargo, antes de que se diera la Revolución Verde, existía una forma distinta de hacer agricultura; distinta de la que predomina actualmente. Esta agricultura era considerada un arte. El hombre interactuaba con el medioambiente y las plantas domesticadas, y al no existir agroquímicos, el papel de la biodiversidad intraespecífica y el conocimiento ancestral era fundamental para disminuir el riesgo en los cultivos.

1.1.1.1 La agricultura tradicional

La agricultura es uno de los logros más importantes que ha tenido la humanidad; su adopción cambió radicalmente la forma de vida de los hombres que hasta ese entonces eran cazadores o recolectores. “Se favoreció un notable incremento de la población, no solo de familias más numerosas, sino también de sociedades mayores y más complejas, fomentando el comercio y las comunicaciones entre un gran número de personas, conduciendo a la aparición de un sistema de gobierno”. (Díaz Fermín, 2010)

Las primeras plantas domesticadas datan de la época del holoceno, en Medio Oriente, 9600-9800 antes de Cristo (AC), siendo el trigo (*Triticum monococcum*) y la cebada (*Hordeum vulgare*) los primeros cereales domesticados. El plátano (*Musa paradisiaca*) fue domesticado en Nueva Guinea 7500 A.C. (Díaz Fermín, Ob. Cit.)

Toda esta evolución cultural y biológica dio lugar a la agricultura tradicional, que consiste en aplicar a la producción todos los conocimientos aprendidos por generaciones, relativos al ambiente, a las plantas y a los suelos. (Altieri y Nichols, 2000)

Esta agricultura tradicional fue desarrollada por campesinos, o por indígenas que heredaron los agroecosistemas de sus antepasados. Estos agroecosistemas, eran adaptados a las condiciones particulares de cada localidad, permitiéndoles satisfacer sus necesidades vitales por siglos, aún bajo condiciones ambientales adversas, tales como terrenos marginales, sequías ó inundaciones. (Altieri y Nichols, Ob. Cit.)

Gran parte de estos agroecosistemas tradicionales se encuentran aún en centros de diversidad de cultivos, contienen poblaciones de razas locales variables y adaptadas, además de múltiples variedades dentro de la misma especie de

agrícola, suministrando diversidad tanto intraespecífica, como interespecífica, incrementando así la seguridad de la cosecha. (Altieri y Nichols, Ob. Cit.)

1.1.1.2 La Revolución Verde

La denominada Revolución Verde tuvo lugar en los años cuarenta cuando el Ing. Agr. Norman Borlaug se unió a la fundación Rockefeller con la finalidad de asistir a los agricultores pobres de México para aumentar su producción de trigo. Así, por 20 años se produjo una variedad de trigo enana de alta producción, con una productividad de dos a tres veces mayor que las variedades tradicionales. (Action Bioscience, 2002)

Luego, este programa se expandió a Pakistán e India. En 1968, cuando un administrador de la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID) escribió en su reporte anual que había ocurrido una gran mejora en Pakistán e India, él dijo “Parece una Revolución Verde”, de aquí surge este nombre. “En los años ochenta, el éxito de la Revolución Verde se extendió hasta China, país que es actualmente un gran productor de alimentos del mundo” (Action Bioscience, Ob. Cit.).

Esta nueva forma de hacer agricultura “dejó de lado las bases de la agricultura tradicional fundamentada en trabajo humano y animal”. Que utilizaba el compostaje y estiércol como métodos de fertilización, y la rotación y barbecho como técnicas que ayudaban a mantener la fertilidad de los suelos. Con el nuevo modelo de desarrollo agrícola empieza una dependencia de insumos externos (máquinas de labranza y cosecha, combustible para hacerlos funcionar y el uso de agroquímicos que estimulan la especialización por medio de monocultivo continuo, sin barbecho. (Leaños, 2006)

El requerimiento de estas nuevas tecnologías, hace más difícil la producción para el agricultor de escasos recursos. Los excluye de sectores claves, por ejemplo el crédito bancario; y cuando no se tiene acceso al crédito subsidiado por el estado,

existe una alta probabilidad de que la finca quiebre, y los perjudicados se vean obligados a vincularse a otros sectores productivos. (Leaños, Ob. Cit.)

Por otro lado, cuando se utiliza semilla mejorada de alto rendimiento, se requiere gran cantidad de agua para riego, y abundantes sustancias químicas para alcanzar mayor productividad, poniendo en riesgo entre otras cosas “la salud humana, la calidad de los acuíferos y la productividad de los suelos”. (Leaños, Ob. Cit.)

1.1.2 EL PLÁTANO Y EL BANANO EN ECUADOR

Actualmente en Ecuador, los cultivares predominantes en la exportación de musas son, tipo Cavendish en el caso de “banano” y barraganete en el caso de “plátano”.

El barraganete ha prevalecido en el mercado desde sus inicios como producto exportable. Sin embargo, en el caso del banano, la variedad de exportación ha cambiado, debido a la mayor susceptibilidad de estos cultivares a enfermedades por hongo como la Sigatoka Negra o el Fusarium. Para entender la importancia de poseer altos niveles de biodiversidad intraespecífica, primero se debe conocer el periodo del auge bananero, para luego relacionar esto con las estadísticas actuales.

1.1.2.1 El auge bananero

La época denominada “El Boom Bananero” empezó en 1948 y cambió dramáticamente la situación económica ecuatoriana. La distribución de la tierra fue menos concentrada que del “Auge Cacaotero”, se registraron 3000 propiedades de distinto tamaño. Hacia 1965 el número de trabajadores alcanzaba 100.000 personas. Generó una migración significativa de la Sierra a la Costa, ciudades como Machala, Quevedo, Santa Rosa, sufrieron un proceso de

urbanización acelerado, al igual que Santo Domingo por ser un centro de intercambios comerciales. (Larrea, 2004)

Entre las ventajas comparativas, que tenía Ecuador para esta producción, se pueden identificar dos, como las más importantes: La ausencia del mal de Panamá y la ubicación territorial de Ecuador fuera del área de los ciclones. Por otro lado, los bajos salarios y el predominio de productos nacionales independientes, permitían a las empresas obtener bajos costos de producción, lo cual significó otra ventaja. (Sierra, 1993)

Desde 1948, la participación de Ecuador en el mercado mundial, ha sufrido cambios sustanciales, identificando tres periodos: El auge inicial (1945 - 1965), la crisis (1965 - 1976) y la modernización (desde 1976). (Sierra, Ob. cit.)

En 1965, la United Fruit deja de operar regularmente en Ecuador, asumiendo el liderato la ya creada Exportadora Bananera Noboa (Sierra, Ob. Cit.). Por la misma época apareció el mal de Panamá en Ecuador, que arrasó con la variedad Gros Michel, siendo reemplazada por una variedad tipo Cavendish que era resistente a esta enfermedad. Este proceso de renovación del cultivo hizo que Ecuador pierda ventaja comparativa frente al exterior, y empiece a declinar las exportaciones del país, poniendo fin al auge Bananero en 1976. (Larrea, Ob. Cit.)

1.1.2.2 Situación actual del banano y Plátano

El cultivo de *Musas* spp. es el rubro agrícola más importante de Ecuador, tanto por su aporte a la generación de divisas, como a la alimentación de los ecuatorianos. En el caso de banano, se siembran alrededor de 250.000 ha (Quimi, 2011), y en el de plátano alrededor de 113.235 ha. (MAGAP, 2010)

Analizando la producción de banano a nivel mundial, Ecuador ocupa el tercer lugar con 7'637.324 t, por detrás de Filipinas (9'013.186 t) y China (8'207.702 t).

Siendo otros grandes productores Brasil, Indonesia, Costa Rica y Colombia. (FINAGRO, 2009)

Ecuador es el principal exportador de banano en el mundo, con 271 millones 826 mil cajas (cajas de 18.14 kg), alrededor de cinco millones de toneladas. Sus principales mercados de exportación son: La Unión Europea (45,7%), Estados Unidos (21,8%), y Rusia (20.6%). (AEBE, 2009)

La zona bananera más importante de Ecuador está distribuida entre las provincias Los Ríos, Guayas y El Oro, analizando solo el área sembrada inscrita, Los Ríos siembra 56.045,98 ha, Guayas 50.719,04 ha y El Oro 49.129,50 ha. (AEBE, 2009)

En producción de plátano Ecuador ocupa el puesto número 16 a nivel mundial con 549.388 t en el 2009. Siendo Uganda (9'512.000 t) y Rwanda (2'981.800 t) los productores más importantes. Sin embargo, Ecuador a nivel de exportaciones tiene mucha representatividad, ocupando el cuarto lugar con 320.465 t (BCE; 2009), siendo Colombia, Perú y Guatemala los tres mayores exportadores del mundo. (FAOSTAT, 2009)

El principal mercado para las exportaciones de plátano ecuatoriano es los Estados Unidos (69,14%), y en menor medida se exporta a España (9,06%), Bélgica (8,18%), Colombia (6,18%), Italia (3,48%), Rusia (1,06%). (BCE, 2009)

Las zonas plataneras más grandes de Ecuador son Manabí con el 36% del área total cosechada, siguiéndole Santo Domingo de los Tsáchilas con el 13% y los Ríos 9%. En el caso de Manabí, cabe señalar que el cantón El Carmen es el mayor exportador de plátano barraganete de Ecuador (alrededor del 85% de la exportación total), (INEC / ESPAC, 2009).

La producción de *Musas* spp. da empleo en Ecuador a alrededor de 2'500.000 familias (productores y comerciantes) (Quimi, 2011). Estos cultivos se caracterizan por un gran número de pequeños productores que operan con

escasa organización colectiva, siendo los intermediarios los principales beneficiados de esta situación al pagar precios mínimos; así, con esta producción/ingresos solo le alcanza al agricultor para satisfacer necesidades de corto plazo, donde se torna difícil el ahorro familiar y por tanto la inversión en tecnología (Arias y colaboradores, 2004).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Económicamente, se reconocen dos sectores productivos de *Musas spp.*, el uno bien consolidado que depende fuertemente de insumos externos para la producción, y el otro sector, conformado por pequeños agricultores con *escasa organización colectiva donde la producción intensiva en capital no se pudo consolidar. Según el censo del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Acuicultura (MAGAP) realizado en el 2000, el 90% del cultivo de banano registrado pertenecen al pequeño y mediano agricultor* (Arias y colaboradores, 2004). Se presume que este valor se ha reducido a un 60% al 2011 (Quimi, Ob. Cit.).

El monocultivo de musas facilita una amplia gama de plagas y enfermedades, sobre todo hongos difíciles de combatir en zonas tropicales, la principal enfermedad por hongo es la Sigatoka negra, la cual puede mutar y desarrollar resistencia a los fungicidas, y ser un problema cuando se intenta reducir el uso de sustancias químicas. (Arias y colaboradores, Ob. Cit.)

Para tener un buen manejo de los monocultivos de banano y plátano se requiere de un fuerte uso de agroquímicos en cuanto al manejo de malezas, enfermedades y protección de la fruta. A esto se le suma las consecuencias que pueden tener el mal manejo de agroquímicos, problemas tales como: “cáncer a la piel, alteraciones muta genéticas y genéticas que causan deformaciones físicas, problemas en el sistema digestivo, en la visión, dolores de cabeza, y problemas a nivel pulmonar y del tracto respiratorio”. (Acción Ecológica, 2002)

El papel de la agrobiodiversidad intraespecífica para garantizar la soberanía alimentaria es trascendental. A medida que se presentan problemas ambientales, se requieren nuevas variedades de plantas que hagan frente a estos problemas.

Esto será posible en la medida que se posea suficiente diversidad intraespecífica para crear variedades mejoradas, más resistentes a plagas y enfermedades. Gran parte de esta biodiversidad se encuentra aún en sus hábitats de cultivo, contradictoriamente, en los sistemas agrícolas más pobres, que han sabido dar uso a estas especies olvidadas por el mercado.

El Carmen y La Maná constituyen las zonas musáceas con mayor biodiversidad en Ecuador. Sin embargo, el proceso de posicionamiento en el mercado responde a dos realidades distintas. El Carmen ubicado en la provincia de Manabí, se caracteriza por su excelente calidad de plátano barraganete; su producto tuvo una acogida acelerada por el sector externo, razón por la cual se le conoce como la puerta de oro de Manabí al mundo. (Vásconez, 2010)

En cambio, la producción de La Maná (ubicado en las estribaciones de la cordillera de los Andes de la provincia de Cotopaxi), responde a una realidad distinta. Se comenzó produciendo cultivares distintos a los utilizados en El Carmen, como es el morado y el orito. Su vinculación al exterior fue menos acelerada que su contraparte de El Carmen, abasteciendo primero el mercado nacional. Y luego, sus productos tuvieron acogida en el exterior, a tal punto de formar sus propias plazas en el mercado. (Bioversity, 2006)

Estos dos procesos de crecimiento, hicieron que los niveles de biodiversidad actual sean distintos para ambas zonas de estudio, así existe mayor biodiversidad en La Maná que en El Carmen. Y debido a que, actualmente su producción se orienta a satisfacer un mercado objetivo estándar, donde la competitividad es cada vez más grande, el productor se ve obligado a especializarse en su cultivo, con lo cual, al largo plazo tenderá a la homogenización de la producción, lo que significa menos biodiversidad y mayor erosión genética en musáceas.

Se tiene además que los mayores niveles de biodiversidad se encuentran en los sectores agrícolas más pobres, razón por la cual, se excluyó para el presente estudio las grandes zonas comerciales de musas, y se enfocó en los sectores de escasos recursos, pero que son ricos en biodiversidad intraespecífica de *Musas* spp.

La erosión genética se da, en gran parte, por falta de institucionalidad de la agrobiodiversidad; es decir, no existen leyes que reconozcan al agricultor un incentivo por conservar esta riqueza; además de que muchos desconocen el rol de la biodiversidad intraespecífica en garantizar la subsistencia de la humanidad. (Espinel, compilado por Mayoral; 2009)

Afortunadamente, el nuevo modelo de desarrollo, plasmado en la Constitución de la República de Ecuador del 2008, establece que “la naturaleza” es sujeto de derechos (capítulo séptimo), promoviendo el uso sustentable y sostenible de los recursos naturales para garantizar la soberanía alimentaria. Así, la producción agrícola a realizarse debe ser más limpia, de modo que se evite la contaminación del agua, la erosión de los suelos y se fomente la preservación de los ecosistemas.

En vista de que los pequeños productores, no pueden utilizar agroquímicos a conveniencia, y de su desconocimiento de las fortalezas genéticas de la planta, se propone el uso de mayor biodiversidad en la parcela, como una medida que brinde soporte dentro del cultivo. Así, el cultivo de *Musas* spp. en los sectores de escasos recursos, requiere lineamientos distintos a los de la agricultura intensiva en capital.

Homogenizar la producción no tiene sentido, si no se dispone del capital suficiente para fortalecer el cultivo y conseguir rendimientos de escala. Pero sí está al alcance del agricultor, la biodiversidad intraespecífica, de modo que el uso de agroquímicos vaya acorde a los ingresos del agricultor y no se incurra en pérdidas.

Se sabe, que cada planta tiene propiedades genéticas que la vuelven más resistente a una plaga y susceptible a otras. Estas propiedades están siendo rescatadas en la actualidad, a tal punto, que ya se dispone de estudios sobre resistencia de *Musas* spp. a enfermedades o plagas. Así, Cedeño (2010) analiza la resistencia de doce cultivares para la enfermedad Sigatoka negra, donde concluyó que los cultivares más resistentes a Sigatoka Negra eran el Orito (AA) y el Limeño (AAB).

López (2011) realizó un estudio similar para diez cultivares en el caso de nematodos *Radopholus similis*, donde los cultivares Gros Michel (AAA) y Orito (AA) se comportaron como los moderadamente resistentes. Por último, Vélez (2011) realizó una investigación donde medía resistencia a Picudo Negro (*Cosmopolites sordidus* Germar), donde los cultivares Orito (AA), Williams (AAA) y Morado (AAA) se comportaron como los más resistentes.

El presente estudio, a través del análisis de las diversas unidades de producción agrícola (UPAs), busca demostrar que el plantar mayores niveles de biodiversidad intraespecífica de *Musas* spp. dentro de la parcela crea una sinergia que permite un mejor desarrollo del cultivo.

Para demostrar esto, se utilizó una función de agroquímicos y una función de producción. La función de agroquímicos, muestra a distintos niveles de biodiversidad cómo varía el uso de agroquímicos. Esto da una idea de la contribución de la biodiversidad intraespecífica a la reducción de insumos químicos, y por tanto a la sostenibilidad de la producción.

Mientras, que la función de producción trata la parte económica, es decir, muestra si a mayor biodiversidad, en sectores agrícolas de escasos recursos, hay mayor o menor nivel de ingresos. Claro está, sin descuidar la parte agronómica.

La peculiaridad del presente estudio, es que parte desde el análisis social de la UPA, buscando identificar particularidades dentro del sector de estudio, tomando

como punto de partida los niveles de biodiversidad. Esto brinda un panorama global de la situación de la agrobiodiversidad del sector musáceo en su hábitat, ya que las “condiciones sociales” en que vive el agricultor determinan la conservación de la agrobiodiversidad, o la erosión genética.

1.3 FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

La mayor cantidad de biodiversidad intraespecífica de musáceas, se encuentra en sectores productivos de escasos recursos. Al no existir incentivos para conservar determinado cultivar de *Musa* dentro de la UPA, el agricultor opta por descartar dicho material de su plantación, dando lugar a la erosión genética y a la formación de monocultivos.

La existencia de una sola especie en una parcela hace que el cultivo pueda volverse susceptible a un sinnúmero de plagas, transformándose en dependiente de los agroquímicos para garantizar la producción. A menor biodiversidad, mayor dependencia de insumos externos, tendencia a la erosión genética, tendencia a la erosión de los suelos, y degradación de la calidad del agua, dando como resultado una producción agrícola insostenible.

Todo esto lleva a formular el problema a través de la siguiente pregunta:

¿Cuál es el aporte de los diversos cultivares de *Musa* dentro de la UPA, para que el dueño de la finca opte por la conservación de los mismos?

Para responder esta incógnita, se hace necesario partir de la descripción interna de la UPA y de los factores que incidieron, en principio, en la adopción de determinado cultivar de *Musa* y de los factores que inciden actualmente en la preservación de la misma. Así, se plantean las siguientes preguntas:

¿Cuál es la constitución interna de las unidades productivas agropecuarias donde se encuentra la biodiversidad intraespecífica de musáceas?

¿Qué factores agrosocioeconómicos inciden en la adopción de estrategias de uso de los cultivares de *Musa*?

En vista de que los agricultores de escasos recursos utilizan bajos niveles de agroquímicos y sus cultivos no han sido arrasados por plagas o enfermedades, se sospecha que la utilización de biodiversidad intraespecífica contribuye a la sostenibilidad de la producción. Esto da lugar a la pregunta:

¿Cuál es la contribución de las cultivares *Musa* spp. a la sostenibilidad del cultivo?

Por último, diversos cultivares de *Musa* dan frutos distintos con diversas características fenotípicas⁴ y genotípicas⁵, esta heterogeneidad de frutos da lugar a precios diferentes en el mercado. Dependiendo de la estrategia de siembra, se tendrán distintos niveles de ingresos, cabe recalcar que la producción además está condicionada por otros factores como: tipo de suelo, insumos químicos, etc. Lo cual da lugar a la pregunta:

¿Qué impacto tiene la biodiversidad intraespecífica de musáceas en la producción de banano y plátano?

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Estimar la contribución económica de la biodiversidad de *Musas* spp. a la sostenibilidad de la producción agrícola a nivel de pequeños productores.

⁴ Fenotipo: Conjunto de todos los caracteres aparentes o exteriores expresados por un organismo, sean o no hereditarios. Citado de: <http://www.somnit.org/es>

⁵ Genotipo: Se denomina genotipo al conjunto de genes que un individuo, animal o vegetal, en forma de ADN. Citado de: <http://deconceptos.com>

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la composición social de las unidades productivas agropecuarias de las zonas de estudio.
- Identificar los factores agrosocioeconómicos que podrían incidir en la adopción de estrategias de uso de los cultivares de *Musa* spp.
- Determinar la contribución de los cultivares de *Musa* spp. a la sostenibilidad del cultivo.
- Estimar la incidencia de los factores socio agronómicos que inciden directa o indirectamente en la producción de banano y plátano.

1.5 JUSTIFICACIÓN

1.5.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La finalidad del presente estudio es generar información que contribuya a la demostración de que la conservación de la biodiversidad intraespecífica de musáceas y la preservación del agroecosistema, son un insumo de valor que ayuda a mejorar las condiciones productivas del pequeño agricultor, su calidad de vida y la de su familia.

1.5.2 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

El presente estudio parte de información generada por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias de la EET Pichilingue en las zonas de El Carmen y La Maná. Los instrumentos a utilizar para alcanzar los objetivos planteados, son la estadística descriptiva, la estadística multivariante y la econometría como tal. Se justifica la utilización de estas herramientas de análisis debido a la complejidad del objeto de estudio, que requiere distintas formas de análisis para cumplir con los objetivos planteados.

La utilización del Análisis de correspondencias múltiples facilitará la comprensión de los distintos niveles de biodiversidad intraespecífica que posee la zona de estudio, a diferencia de solo realizar estadística descriptiva. A través de conocer la relación existente entre las características internas de la UPA, incluyendo entre estas características un índice de diversidad, se comprenderá la realidad de los cultivares *Musa* spp. a nivel de finca a distintos niveles de biodiversidad.

El análisis factorial de correspondencias servirá para comprender los factores que inciden en el uso de determinado cultivar (*Musa* spp). Esta herramienta de análisis resulta útil cuando se quiere determinar por qué un agricultor optó por sembrar en su parcela cierta variedad de banano o plátano y los factores que pueden incidir son difíciles de determinar; más aún cuando se pretende justificar a través de estos factores, el porqué de la proporción sembrada de cierto cultivar *Musa* spp. dentro de la parcela.

Para medir la contribución de la biodiversidad intraespecífica a la sostenibilidad del cultivo, se realizará un modelo que explique el nivel de uso de pesticidas utilizados en función de la biodiversidad intraespecífica que posee la finca, en el que se incluirán otros factores, entre ellas variables técnicas como tipo de suelo, nivel de educación, etc.

Cuando las variables independientes en un modelo lineal utilizadas son una mezcla de variables cualitativas y cuantitativas, el modelo a realizarse es un modelo de análisis de varianza covarianza (ANCOVA). La utilización de este modelo se justifica, por cuanto permite explicar la sostenibilidad de los cultivos a distintos niveles de biodiversidad intraespecífica.

Por último, para estimar los factores que inciden directa e indirectamente en la producción, se aplicará una función de producción que dé un trato distinto a los insumos que intervienen en la producción (función de producción Lichtenberg y

Zilberman). Diferenciando insumos normales⁶ de insumos de control del daño⁷, se evita subestimar la contribución de los diferentes factores que intervienen en la producción.

El modelo para nivel de uso de insumos químicos de control y la función de producción constituyen un método para medir la contribución de la biodiversidad intraespecífica a la sostenibilidad de la producción agrícola de las áreas de estudio. Por tanto, una contribución a futuras investigaciones sobre producción agrícola sostenible.

1.5.3 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Entender la realidad en la cual se desenvuelve la biodiversidad intraespecífica de los cultivares *Musa spp.* ayudará a comprender el porqué de la erosión genética en El Carmen y La Maná. Además, constituye un aporte a la soberanía alimentaria, debido a que servirá como punto de referencia para que se tomen medidas para preservar este tesoro nacional.

La diversidad varietal, alternativa a otros métodos de control, es una forma de reducción de la variabilidad en el rendimiento. Ninguna variedad por sí sola es resistente al ataque de insectos o patógenos, una combinación de diferentes tipos de plantas lleva a obtener un rendimiento más estable al largo plazo. (Widausky, 1996)

En el caso de *Musas*, la biodiversidad aumenta la ganancia del agricultor a través de la reducción de agroquímicos, y además, ayuda a disminuir la variación en los ingresos, debido a que no cuesta lo mismo una caja de plátano barraganete que una caja de orito, así, cuando la caja de barraganete disminuye su precio, puede

⁶ Por insumos normales se entiende, aquellos que influyen de manera directa en la producción. Interactúan de manera directa con la planta.

⁷ Los insumos de control del daño, ayudan a controlar las adversidades presentadas, como afectación de plagas, inundaciones, etc.

que el precio de la caja de orito se mantenga o aumente, disminuyendo la variación en el ingreso, que si solo se tuviera un solo cultivar en la parcela (monocultivo).

1.6 MARCO DE REFERENCIA

1.6.1 MARCO TEÓRICO

Widawsky Alan (1996), realizó un estudio similar en arroz en el este de China, en el que propuso tres pasos para medir el efecto de la biodiversidad intraespecífica en la producción; el primero es buscar índices que midan la biodiversidad dentro del cultivo, que puedan ser utilizadas en los modelos de uso de agroquímicos y en la función de producción.

El segundo paso es, mostrar la relación entre diversidad varietal y rendimiento, en más detalle, por último propone proveer la estimación del impacto de la biodiversidad intraespecífica a la producción, para lo cual se utiliza el modelo de producción y el modelo de uso de insumos químicos de control.

Con este método se logró concluir que el uso de mayor diversidad es asociado con rendimientos ligeramente más bajos que al sembrar una variedad única de alto rendimiento, sin embargo la inestabilidad de los cultivos decrecía. Además se concluyó que los pesticidas, eran débilmente efectivos para mantener los niveles de producción y posiblemente lo que se lograba era una inestabilidad en la producción. Por último concluyó que el porcentaje que se perdía al usar altos niveles de biodiversidad varietal, se compensaba con la estabilidad de la producción.

En lo referente al modelo de producción Lichtenberg y Zilberman (1986), el modelo considera que los insumos agrarios pueden tener dos efectos significativos en la producción agrícola:

1. Efecto de rendimiento directo: causado por insumos como fertilizantes, mano de obra o semillas que pueden tener un efecto directo en el rendimiento del cultivo.
2. Efecto de reducción del daño: definido como la proporción de la capacidad destructiva del agente dañino eliminado por la aplicación de un determinado nivel de insumos de control. Un insumo de control o de reducción del daño podría ser pesticidas, fuerza de trabajo, prácticas culturales, una variedad de cultivo, o algún otro insumo que controla el impacto potencial de plagas y enfermedades.

La función reducida Lichtenberg y Zilberman es de la forma $Y = f[Z, G(X)]$ donde Z representa los insumos productivos y $G(X)$ el marco de reducción del daño. $G(X)$ Toma valores entre $[0; 1]$. Dependiendo de cómo se asignen las variables, se puede tener ($G(X) = 0$) cuando hay total destrucción el cultivo, luego $Y = f[Z; 0]$. Mientras, si hay control completo del daño ($G(X)=1$), luego $Y = f [Z; 1]$. (Lichtenberg y Zilberman; 1986)

El marco de reducción del daño permite explicar el efecto rendimiento a través de seleccionar mayores niveles de biodiversidad en el cultivo; además ayuda a tener nuevos indicios en las interacciones entre el nivel de biodiversidad y el uso de otros insumos de control para combatir plagas y enfermedades del cultivo. Este marco de reducción sigue una distribución acumulativa. (Lichtenberg y Zilberman; 1986)

1.6.2 MARCO CONCEPTUAL

1.6.2.1 La biodiversidad

El término biodiversidad se lo utiliza para referirse “a la totalidad de genes, especies y ecosistemas presentes en una región determinada.” (Reid y Miller; citado por Vargas 2003). Se la puede definir como “la variedad y variabilidad de

los seres vivos y de los complejos ecológicos que ellos integran”. Para poder comprenderla se identifican tres niveles que se desprenden de la definición anterior: “ecológico, específico y genético” (Núñez, González y Barahona; 2003).

Desde el punto de vista genético del reino vegetal, la biodiversidad se clasifica en biodiversidad intraespecífica e interespecífica, “biodiversidad intraespecífica quiere decir diversidad en la misma especie o diversidad de genes dentro de una especie”, por ejemplo el banano, barraganete y orito pertenecen a la familia *Musa*, y la “biodiversidad interespecífica se refiere especies distintas que comparten en común solo ser del reino vegetal”, por ejemplo el banano, el cacao y el café. (Altieri y Nicholls; 2000).

Desde el punto de vista de la interacción humana con las plantas, la biodiversidad se puede dividir en biodiversidad doméstica y biodiversidad silvestre. La biodiversidad silvestre se encuentra en su hábitat natural, y la destrucción de su hábitat tendrá como consecuencia la destrucción de esta biodiversidad. En cambio, la biodiversidad doméstica se reproduce mediante la intervención del hombre, esto se debe a que estas plantas “han perdido sus mecanismos de dispersión de semilla como resultado de la domesticación y ya no son capaces de prosperar sin impulso humano”. (CIP-UPWARD, 2003)

1.6.2.2 Clasificación taxonómica de las musáceas

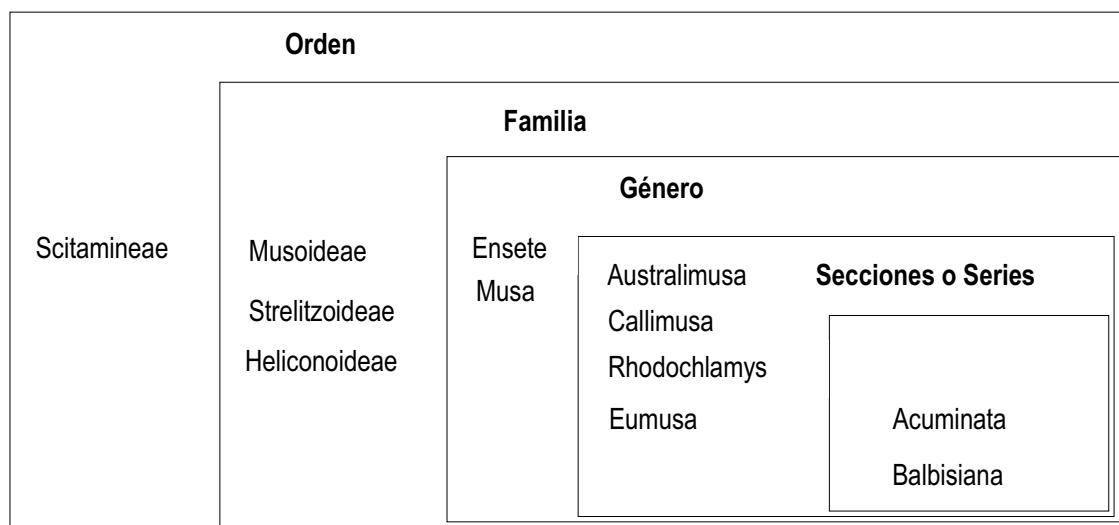


Figura 1-1: Clasificación taxonómica de las musáceas

El banano y plátano son plantas comprendidas dentro de las monocotiledóneas, pertenecen a la familia botánica *Musáceae*, y esta al orden *Scitamineae*. La familia musácea está conformada por los géneros *Musa* y *Ensete*. El género *Ensete* se reproduce por semilla, es de uso ornamental y hábitat subtropical. (Vásquez y colaboradores, 2005)

El género *Musa* está conformado por cuatro secciones: *Australimusa*, *Callimusa*, *Rhodochlamys*, y *Eumusa*. La sección *Eumusa* es la de mayor difusión económica e importancia geográfica, ya que en ella se incluyen los bananos y plátanos comestibles. En esta sección, las especies silvestres *Musa acuminata* y *Musa balbisiana* son las más importantes ya que por hibridación y poliploidía dieron origen a los plátanos y bananos cultivados, los cuales se clasifican moderadamente en “grupos” que indican la contribución genotípica y el grado de ploidía⁸ con el que está constituido cada clon o cultivar. (Vásquez y colaboradores, 2005)

1.6.2.3 Nomenclatura de las *Musas* spp.

Por conveniencia se denomina con la letra “A” a las características semejantes a la *Musa acuminata* y con la letra “B” a la *Musa balbisiana*. La poliploidía presente en los genomas se presenta con la repetición de letras). Todos los plátanos consumido en Ecuador son triploides AAB o ABB son dominico y barraganete pertenecientes al grupo AAB. Gros Michel, Cavendish, Morado, pertenecen al grupo AAA, sin embargo aunque todas las especies son de la misma familia, muestran notables diferencias tanto en el fenotipo como en el genotipo, estas diferencias son derivadas en distintos niveles de resistencia a plagas y enfermedades. (Vásquez y colaboradores, 2005)

⁸Término que indica el número de dotaciones cromosómicas de un organismo (<http://www.saludyriesgos.com/-/ploidia>; visitado: 29-02-2012)

1.6.2.4 Descripción social y fenotípica de los cultivares *Musa* spp.

1.6.2.4.1 Plátano Barraganete (AAB)

En Ecuador el barraganete es la primera variedad de plátano destinada a la exportación por ser la preferida de la población caribeña que vive en Estados Unidos (Tazán, 1995). El racimo es de pocas manos y con frutos en distintas direcciones, los frutos son gruesos con forma curva. (Riofrío, 2003)

1.6.2.4.2 Plátano Dominicó (AAB)

El dominico es a nivel de plátano, la variedad de mayor consumo en los diferentes elaborados culinarios propios de la región (Tazán, 1995). El pseudotallo es de color verde con leves manchas rojas. El color de las hojas varía de verde mate en la parte superior a verde claro en la parte inferior. La vena principal es de color verde amarillo. Los frutos son largos y delgados, con ángulos marcados. (Riofrío, 2003)

1.6.2.4.3 Maqueño (AAA)

El sabor del maqueño no suele ser agradable al paladar humano en elaborados cocidos, pero sí muy apetecidos en fritos como chifles (Tazán, 1995). El pseudotallo es idéntico a los dominicos, con tonalidades de coloración un poco más intensa. La diferencia radica en la forma de los frutos, que son más gruesos, más cortos y de punta gruesa. El racimo en conjunto es medianamente apretado. (Riofrío, 2003)

1.6.2.4.4 Dominicó Hartón (AAB)

Genéticamente esta variedad es muy inestable, debido a que en la segunda o tercera generación, muchos de ellos se vuelven “dominicó” o “barraganete”

(Tazán, 1995). El Racimo es menos apretado que el dominico, las manos están un poco más separadas. Los plátanos son más largos y gruesos. (Riofrío, 2003)

1.6.2.4.5 Morado (AAA)

Se lo cultiva en sectores cercanos a las estribaciones andinas por la condición de alta humedad que se mantiene a lo largo del año. Los consumidores suelen darle uso ornamental (Tazán, 1995). El pseudotallo es de color rojizo y sus hojas son iguales al dominico, pero la vena principal es de color rojizo. Los racimos son grandes, y de ocho a 10 semanas se tornan rojizos. (Riofrío, 2003)

En las condiciones de Santo Domingo, La Maná o Bucay el ciclo de producción es de 15 a 18 meses entre siembra y cosecha. Este hecho, agregado a su susceptibilidad a Sigatoka negra y la baja densidad de siembra por la gran talla del cultivar y la disposición foliar horizontal, no lo hace interesante para la posibilidad de cultivo intensivo. (Tazán, 1995)

1.6.2.4.6 Cuatro filos (ABB)

Se caracteriza por su gran robustez, la que se manifiesta en el diámetro y en la altura del pseudotallo y la gran capacidad de macollamiento, todo esto aún en condiciones de baja fertilidad y sin riego en la estación seca. Es resistente a la estación seca y a los daños de nematodos. Los frutos son cortos y gruesos con cuatro aristas bien pronunciadas, lo que origina su denominación. (Tazán, 1995)

1.6.2.4.7 Orito (AA)

El orito es un diploide diferente del banano y plátano. En Ecuador pasó de ser un producto marginal, a ser un cultivo de exportación. (Tazán, 1995)

1.6.2.4.8 Pelipita (ABB)

Es una variedad de plátano que tiene mucha acogida en la India, en el sudeste asiático, y algunos países de América. Se le atribuye una alta resistencia a épocas prolongadas de sequía, y Sigatoka Negra. Además de resistencia a pseudomonas (moko, maduraviche o ereque). (Martínez, 1998)

1.6.2.4.9 Guineo de Seda o Gros Michel (AAA)

Este cultivar constituyó la base de las grandes exportaciones de banano en el mundo, principalmente en el continente Americano. Fue desplazado por los bananos de tipo Cavendish debido a su alta susceptibilidad a la enfermedad conocida como “mal de Panamá” causada por *Fusarium oxysporum f. sp. cubense*. Es una variedad grande y robusta, cuyo pseudotallo tiene una longitud de 6 a 8 metros, de coloración verde claro con tono a rosa pálido por algunas partes. Los racimos, son alargados de forma cilíndrica, con 10 a 14 manos promedio. Los frutos al poseer un sabor exquisito se ganaron el pseudónimo de guineo de seda. (López, Ob. Cit.)

1.6.2.4.10 Guineo de Jardín o Enano (AAA)

Tiene un gran parecido al cultivar Enano (Dwarf Cavendish) por su pequeño tamaño. Alcanza una altura no mayor a los 2 m. El racimo es de gran tamaño, sus frutos son medianos, curvos, ápice redondeados, color amarillo verdoso al madurar, y de sabor agradable. Su uso en la mayoría de ocasiones es ornamental pues de ahí deriva el nombre Guineo de jardín. (López, Ob. Cit.)

1.6.2.4.11 Banano comercial Williams (AAA)

Este cultivar pertenece al subgrupo Cavendish, cultivar predominante en la producción mundial de banano. Tiene una gran distribución tanto a escala mundial como nacional. Se destaca por su adaptabilidad a condiciones extremas de clima,

suelo y agua; siendo su mayor inconveniente una alta susceptibilidad frente a los nematodos y a la Sigatoka negra. (López, Ob. Cit.)

1.6.2.5 Principales enfermedades del cultivo de *Musas* spp.

1.6.2.5.1 Picudo Negro

Es la denominación del *Cosmopolites sordidus* G. coleóptero *Curculionidae*, la lesión se produce por la larva del insecto, que al alimentarse forma túneles o galerías en el rizoma de la planta, este perjuicio es frecuente cuando hay sequías, ya que la cepa constituye el único refugio húmedo para el insecto. (Tazán, 1995)

1.6.2.5.2 Sigatoka negra

Es el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, del grupo de los ascomicetos. Es un patógeno exclusivamente foliar, es decir ataca solo las hojas sin afectar los otros órganos de la planta (Racimo, pseudotallo, raíces). (Tazán, 1995)

1.6.2.5.3 Virosis

Los patógenos causales de esto son los denominados B.S.V. y C.M.V (Banana Streak Virus y Cucumber Mosaic Virus respectivamente). El B.S.V. tiene forma de estrías cloróticas que luego se necrosan. EL C.M.V. se presenta como moteado clorótico que luego se expande a lo largo de las nervaduras secundarias de las hojas. Los racimos producidos por ambas virosis por lo general no tienen valor comercial. (Tazán, 1995)

1.6.2.5.4 Nematodos

Ataca el sistema radical de las plantas, esto se refleja en un raquitismo general y disminución del peso de los racimos. Además de pudrición de raíces, pudrición

del corno y volcamiento de plantas. Entre los de mayor capacidad destructiva, destacan *Radopholus*, *Helycotylebchus* y *Meloidogyne*.

1.6.2.6 Principales labores de manejo del cultivo *Musa* spp.

A continuación una breve reseña de las actividades principales que realizan los agricultores para lograr un rendimiento estable en el cultivo:

La *aplicación de biocontroladores* se realiza principalmente para el control de picudos (*Cosmopolites sordidus*), larva que se convierte en gorgojo, esta plaga afecta a la cepa pues abre galerías en su interior. La *roza o chapia* combate la mala hierba manualmente y evita la competencia de nutrientes. La aplicación de *abono* aporta con nitrógeno y potasio a la planta para que sea más vigorosa y resista a tempestades. (Tazán, 1995)

El *deshoje* es una actividad que facilita la fotosíntesis y, por ende, la producción de energía química. Consiste en sacar las hojas no funcionales. Para que una hoja sea funcional debe de tener al menos el 50% del área total, libre de enfermedades. (Tazán, 1995)

El *deshije* consiste en eliminar los retoños más débiles, de modo que solo quede el más vigoroso para que continúe el ciclo productivo. El *desflore* conserva la buena apariencia y evita las manchas. El *apuntalado* evita la caída de los racimos por excesivo peso. El *riego* es indispensable para alcanzar la productividad. (Tazán, 1995)

El *enfunde* del racimo aumenta un 10% el peso y disminuye un 15% el tiempo de cosecha. Va complementado con el *corbatín*, un repelente permanente de insectos y trips que se le coloca en el racimo. El *encinte* por su parte controla la edad del racimo. El *destalle* permite el desarrollo de la planta hija. (Tazán, 1995)

El *repique de cormos* consiste en recortar el tallo ya cosechado a pequeños pedazos de modo que se incorpore más rápido los nutrientes al suelo y se evite la propagación de insectos como el picudo negro. La *corona* se aplica en la base de la planta para controlar nematodos. Por último se recomienda *pelar el cormo* (semilla de las *musas*) antes de sembrarlo, para eliminar impurezas de la planta y garantizar la primera cosecha, y la venidera. (Tazán, 1995)

1.7 HIPÓTESIS DE TRABAJO

A mayor biodiversidad intraespecífica en el cultivo de *Musas* spp., la producción se vuelve más sostenible.

1.7.1 HIPÓTESIS ESPECÍFICA

El uso de agroquímicos es inferior en los cultivos con mayor biodiversidad de *Musas* spp. que en aquellos cultivos donde solo existe un solo cultivar de musa.

1.8 ASPECTOS METODOLÓGICOS

El presente estudio parte de una información generada a través de encuestas realizadas por el Instituto Nacional Autónomo de investigaciones Agropecuarias de la EET Pichilingue. La encuesta contiene datos referentes a características y estructuración del hogar, descripción de la finca y manejo agronómico, y, accesibilidad y tipos de mercado. En principio se hará un breve análisis descriptivo de la zona de estudio. Para luego establecer formas de conducta del objeto de análisis. Y por último comprobar la hipótesis planteada.

2 MARCO TEÓRICO

En vista de que el éxito de la sobrevivencia humana en el globo, solo es posible a través de la conservación de la biodiversidad existente, y la erosión genética que vive el mundo es irreparable, se empieza a reflexionar sobre esta riqueza que estaba abandonada a la deriva. La presente sección busca dar a conocer de manera general todos los logros alcanzados por la biodiversidad, y más específicamente la agrobiodiversidad. A más de esclarecer los principales problemas a los que se enfrenta la agrobiodiversidad en la actualidad.

Debido a que el presente estudio está relacionado con la biodiversidad intraespecífica, se empezará con una breve descripción de la importancia de la misma. Valiéndose de un ensayo de Ramón Espinel, que fue compilado por Mayoral (2009), se dará a conocer los aspectos más relevantes sobre el entorno en el que se desenvuelve la agrobiodiversidad. Para luego hacer una revisión de todos los logros alcanzados por la biodiversidad, a nivel general y de Ecuador.

2.1 IMPORTANCIA DE LA BIODIVERSIDAD INTRAESPECÍFICA⁹

La biodiversidad intraespecífica es útil al hombre, ya que ayuda a combatir muchas de las adversidades presentes y a hacer frente hacia las adversidades futuras. A continuación, un breve recuento de cómo es útil la biodiversidad intraespecífica:

Desde el punto de vista del productor agrícola, la biodiversidad intraespecífica incrementa la resistencia a plagas y enfermedades, dado que el cultivo desarrolla mayor apoyo biológico, garantizando así la producción. Esto se debe a que la

⁹Tomado de Subedi, Chaudhary y Sthapit: CIP-UPWARD. 2003. Conservación y uso sostenible de la biodiversidad agrícola: Libro de Consulta. Centro Internacional de la Papa (CIP) – perspectivas de los usuarios con la Investigación y el desarrollo agrícola. Los Baños, Laguna, Filipinas.

presencia de mayor biodiversidad intraespecífica mejora la biota en el suelo como en el entorno, creando una sinergia en el cultivo.

Debido a la particularidad del medioambiente en los distintos agroecosistemas, dada por la mezcla de selección natural y humana. Se requiere de especies agrícolas con características genéticas que se adapten a los distintos medioambientes. El caso más palpable, es el caso del maíz, que se produce en distintas zonas climáticas bajo distintas adversidades.

Para que la producción de un determinado producto agrícola persevere o sea sostenible en el tiempo, este debe sufrir cambios genéticos en el transcurso, y la única forma de lograr este mejoramiento es a través de variedades de la misma especie o biodiversidad intraespecífica. Siendo los cultivos nativos o variedades adaptadas que poseen los agricultores, la fuente genética para que se continúe produciendo determinado cultivo en el tiempo.

La biodiversidad intraespecífica recoge “en su conjunto” características cruciales y diversas, que hace que ciertos cultivos sean rentables bajo entornos de mucha presión; como heladas, sequías o inundaciones. Por tanto, la diversidad genética debe conservarse, con el objetivo de hacer frente a todos los problemas de cambio climático.

Por último, “existe una mayor fortaleza en la diversidad que en la uniformidad susceptible”. Mayor biodiversidad proporciona cierta seguridad contra futuras adversidades como problemas originados por el desarrollo industrial, calamidades biotecnológicas, guerras o colapso de ecosistemas. (CIP-UPWARD, 2003)

2.2 ECONOMÍA POLÍTICA DE LA BIODIVERSIDAD AGRÍCOLA¹⁰

2.2.1 TENDENCIA AL MONOCULTIVO

Se estima que de toda la agrobiodiversidad existente en el mundo, tan solo 7000 plantas son especies agrícolas, de las cuáles, el arroz, el trigo y el maíz representan la mitad de la absorción de calorías del hombre. (CIP-UPWARD, 2003).

Esta tendencia al monocultivo, se justifica por la poca ayuda brindada a la conservación de la agrobiodiversidad a nivel rural. Además de la existencia de asimetría de información en los agricultores sobre el verdadero potencial de la agrobiodiversidad. Siendo los principales beneficiarios, los que patentan semilla mejorada, ya que pasan a ser los únicos proveedores de semilla, y por tanto los que deciden qué sembrar o qué no, y el costo de esta semilla.

Por otro lado se tiene, la domesticación del paladar humano a “un paquete homogeneizado de bienes alimenticios de consumo”, que hace que el agricultor se limite a producir un limitado número de especies agrícolas. (Espinel, compilado por Mayoral; 2009)

2.2.2 TENDENCIA GENERAL A LA CAÍDA DE LOS PRECIOS RELATIVOS DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS

Se identifica dos factores, como los principales agentes que influyen en la caída de los precios agrícolas:

¹⁰Tomado de Ramón Espinel: Compilado por Mayoral, A. 2009. Deuda externa y economía ecológica: dos visiones críticas. FLACSO. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). Quito – Ecuador.

El primero es el avance de la agricultura moderna, la cual depende cada vez más de la aplicación de la ciencia a la producción agrícola, en especial los avances en biotecnología producto de la ingeniería genética. En las últimas décadas, debido a que ya casi todo está inventado, este supuesto no es muy contundente.

La otra causa es la influencia que ejercen los países desarrollados en los precios. Así, se puede destacar los subsidios al sector agrario por parte de éstos. Con ello no solo se benefician los agricultores de dichos países, sino también las multinacionales que se ven relacionadas con el producto en la cadena productiva.

Mientras que en los países subdesarrollados, los gobiernos se esfuerzan por establecer condiciones que eleven el precio de los productos agrícolas. En el caso ecuatoriano para banano, el gobierno interfiere en el precio de venta de la fruta. Trata de controlar el precio, a través de regularizar las plantaciones. Busca formalizar convenios entre las compañías exportadoras y los productores. Controla las exportaciones para evitar pagos que no respeten el precio oficial. Sin embargo todos estos esfuerzos, no fructifican de forma contundente. (Quimi, 2011)

2.2.3 PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

Las causas de pérdida de biodiversidad se atribuyen a fallas de mercado local y global. Estas causas se originan en una mala o inexistente distribución del beneficio económico de investigación en biotecnología. Siendo los únicos beneficiarios de la biodiversidad, los que invirtieron en la investigación. Fomentando una pérdida de la biodiversidad.

Desde la perspectiva de los fallos del mercado local, el mercado para la biodiversidad no existe, es incompleto o distorsionado. Esto se debe a que los agricultores, o personas dueñas de la biodiversidad, desconocen el potencial que oculta la riqueza biológica.

Mientras sepan darle utilidad a la biodiversidad, esta se conservará, pero en medida que se pierda el conocimiento ancestral y no se le halle utilidad alguna a las propiedades particulares de cada planta, se generará una erosión genética.

Los fallos de tipo Global en cambio proporcionan externalidades positivas a las industrias que poseen la tecnología para el mejoramiento de semillas. El hecho de poseer la tecnología, significa una ventaja ante el que utiliza la biodiversidad de manera artesanal, más aún si no se dispone de la tecnología necesaria para mejoramiento de semillas como es el caso de la agrobiodiversidad.

La utilidad monetaria obtenida de la biodiversidad en beneficio “único” de los dueños de la tecnología, crea pérdida de la biodiversidad. Imagine cuánto se esforzará por conservar la riqueza biológica el agricultor o campesino, si obtuviera una pequeña subvención por cada investigación realizada en base a la biodiversidad que él posee.

2.2.4 INFORMACIÓN ASIMÉTRICA Y EXISTENCIA DE EFECTOS EXTERNOS

La información es asimétrica en el sentido de que los agricultores dueños de la biodiversidad no saben el valor de los recursos que ellos poseen, “desconocen el potencial que se puede extraer de sus productos” (Espinel, compilado por Mayoral; 2009), además de que se les extrae información sobre manejo o sobre las aplicaciones que se puede dar a dicha variedad, y este conocimiento no es reconocido económicamente por nadie.

Entre tanto las corporaciones, una vez desarrollada la nueva tecnología en base al material genético obtenido, se procede a la legalización de la misma, estableciendo un derecho de propiedad sobre esta nueva tecnología.

2.2.5 DERECHO DE PROPIEDAD SOBRE BIODIVERSIDAD

Se refiere a las oportunidades rentistas, que han adoptado las corporaciones, bajo la posición “quien lo halla es el dueño”, impidiendo la reproducción de dicho material genético fuera de su círculo privado. Convirtiendo un material genético que era un bien público, en un recurso escaso a través de patentes.

Una vez que el predominio de patentes está bien posesionado dentro de un país, y no se posee agrobiodiversidad pública, el agricultor pierde poder de decisión en el tipo de variedad que siembra, debido a que se limita a cultivar la variedad que le provee la empresa multinacional. Esta situación aún no es muy notable en el Ecuador, pero sí en países industrializados donde se encuentran las compañías más grandes de agroquímicos del mundo como son: Bayer, Ciba-Geigy, ICI, Rhone-Poulenc, Dow/Elanco, Hoescht, Monsanto y Dupont. (Altieri y Nicholls, 2000)

En el caso de nuestro país, la nueva Constitución, fomenta la protección del conocimiento ancestral (Cap. I, Sección octava) y de la biodiversidad en su hábitat (Cap. II), como medios que garanticen el acceso a la riqueza biológica en el tiempo. Buscando así, evitar la separación agricultor – semilla. Propiciando un modelo de desarrollo menos rentista, y en favor de las personas de escasos recursos que no tienen acceso a semilla patentada.

2.3 PLATAFORMA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD¹¹

En el año 2000, las Naciones Unidas adoptan los denominados Objetivos para Desarrollo del Milenio. Donde “erradicar la pobreza extrema y el hambre” es el principal objetivo de los ocho propuestos.

La agrobiodiversidad ha venido adquiriendo relevancia desde que se plantearon dichos objetivos. Tanto así, que en el 2005 se celebró en Chennai-India una consulta llamada “Función de la agrobiodiversidad en el logro del objetivo de desarrollo para el milenio de erradicar el hambre y la pobreza” (Lobo; 2008), donde se estableció una plataforma de acción en torno a la biodiversidad, para ayudar a lograr dicho objetivo. Esta plataforma de acción, considera que no es posible aliviar el hambre y la pobreza, mientras no se dé un trato distinto a la agrobiodiversidad.

Entre las soluciones propuestas para lograr una buena conservación y uso sostenible de la agrobiodiversidad, se tiene:

- Incorporar la agrobiodiversidad a los planes nacionales de desarrollo, además de introducir medidas legislativas que mejoren la capacidad de uso de la agrobiodiversidad
- Reconocer y recompensar los aportes de la población rural y los pueblos indígenas a la conservación y perfeccionamiento de la biodiversidad agrícola
- Fortalecer el alfabetismo nutricional, es decir dar a conocer la importancia de utilizar diversidad de alimentos

¹¹Tomado de Frison, Smith y Swaminathan: IPGRI, GFAR, MSSFR. 2005. Objetivos de las Naciones Unidas para El Milenio. La biodiversidad agrícola y la erradicación del hambre y la pobreza, cinco años después. Plataforma de Chennai para la acción.

- Introducir un cambio de mentalidad en el consumidor y productor sobre cultivos subutilizados u olvidados
- Fomentar una mayor diversidad de alimentos en la canasta familiar como parte de una política nacional de nutrición

2.4 MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD EN ECUADOR¹²

A continuación, una breve reseña de los progresos alcanzados, tanto en manejo In Vitro, como en Ex Situ e In Vitro.

2.4.1 MANEJO *In situ*

El manejo *in situ* se refiere a la conservación de germoplasma (plantas silvestres o cultivos nativos) dentro de su hábitat natural. Este manejo ha trascendido a través de la historia como una medida alternativa que restituya la biodiversidad a su sitio de origen en caso de catástrofes. (Altieri y Nicholls, Ob. Cit.)

Actualmente a nivel *in situ* hay solamente dos bancos de germoplasma comunitarios, el uno que se ha establecido en el Instituto Bilingüe Shuar Ashuar de Bomboiza (IPIBSHA), Gualaquiza, con materiales de la zona. Y el otro bajo el proyecto “Promoción de cultivos andinos para el desarrollo rural en Ecuador” en el cantón Cotacachi, con materiales de la zona y del banco de germoplasma del INIAP.

2.4.2 MANEJO *Ex situ*

Por manejo *ex situ*, se entiende la conservación de los componentes de la diversidad biológica, fuera de su hábitat natural. Así, uno de los bancos genéticos

¹²Tomado de: Tapia, C.; Zambrano, E.; Monteros, A. 2008. Informe nacional Sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos Para La Agricultura y La alimentación. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quito-Ecuador

más grande del mundo se ubica en el Instituto Vavilov de San Petersburgo de la federación Rusa, el cual alberga alrededor de 380.000 especímenes de 180 localidades alrededor del mundo. (CIP-UPWARD, 2003)

Los principales bancos de germoplasma del país son el Banco de Germoplasma del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones agropecuarias (INIAP) y el Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional de Loja.

El Banco del INIAP, conserva un total de 17.920 accesiones son provenientes de colectas, intercambio y custodia, de las cuales aproximadamente 13.711 se encuentran almacenadas a manera de semillas, y 4.209 en campo o duplicadas en colecciones *in vitro*. La Universidad Nacional de Loja por su parte conserva en su banco de germoplasma 5754 accesiones.

A nivel de musas el INIAP posee 52 accesiones, colección realizada en los años 90, esta colección se encuentra en el DENAREF de la EET Pichilingue. (Fernández, 2005)

2.4.3 MANEJO *In vitro*

Existen semillas que no pueden ser conservadas por los métodos tradicionales de conservación *ex situ*, es aquí donde interviene la conservación *in vitro* o criopreservación, que es la preservación de la semilla a través de la utilización de tubos de ensayo, o en ambientes controlados fuera de un organismo vivo. Entre las instituciones que llevan a cabo este tipo de conservación destacan el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar (CINCAE), el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), la Universidad San Francisco de Quito (USFQ), y la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL).

Entre las especies involucradas en este tipo de conservación hasta la fecha, se tiene: la papa, el melloco, mashua, oca, zanahoria blanca, jícama, cacao,

naranjilla, tomate de árbol, mortiño achira, caña de azúcar, miso, ají, cucúrbitas y orquídeas.

2.5 EL NUEVO MODELO DE DESARROLLO Y LAS POLÍTICAS EN EL SECTOR AGRÍCOLA PARA LOGRAR LA PRESERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN ECUADOR

2.5.1 LA CONSITUCIÓN POLÍTICA DE ECUADOR SUMAK KAWSAI¹³

La actual Constitución de Ecuador ejerce una posición activa en defensa del medio ambiente, preservación de la biodiversidad y conservación de los conocimientos ancestrales. Hecho que responde a los problemas de cambio climático (reducción de la capa de ozono, lluvia ácida, efecto invernadero) producto de un abuso desmedido de prácticas irracionales de producción, no sólo en materia agrícola, sino también en otras áreas productivas.

Se reconoce a la naturaleza como sujeto de derechos. Lo cual constituye un hecho trascendental a nivel mundial ya que por lo general se considera la naturaleza un objeto de relaciones jurídico-reales. Este hecho para Ecuador por su posición en el mundo, como uno de los países más biodiversos por metro cuadrado, significa la puerta hacia la preservación de esta riqueza. Así el Art. 71 respecto a la madre naturaleza manda:

“La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

...

¹³ Constitución elaborada en Ciudad Alfaro, Montecristi, Provincia de Manabí. Vigente desde octubre del 2008.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.”

En la búsqueda por garantizar los derechos de la naturaleza, se establece un nuevo modelo de desarrollo. Esto se ve reflejado en el Art. 395 inciso uno, el que prescribe:

“El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.”

Para que este nuevo modelo llegue a efectuarse, la mayoría poblacional debe empezar a actuar como un sistema, desprendido de paradigmas, que aparecen a nuestros ojos, como inalienables y percederos, de modo que prevalezca el bienestar social sobre la “vana racionalidad” de una minoría.

En medida que empiece a tener reconocimiento jurídico la actual Constitución, las nuevas políticas que se apliquen estarán orientadas a prevenir futuros daños ambientales, y a mitigar los efectos adversos generados, producto formas de producción irracional. Respecto a los lineamientos de la nueva política gubernamental, la Constitución manda:

El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. [...] (Art. 396)

En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. [...] (Art. 397)

...

Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales. (Art. 397, inciso dos)

El Sumak Kawsai además reconoce y promueve la importancia de la participación comunitaria, al estar estrechamente vinculadas al manejo de la biodiversidad, suelo, agua y la naturaleza como tal. Y al hecho de que son poseedoras de un sinnúmero de especies nativas, que aún no han sido aprovechadas en la investigación, pero que a futuro servirán para garantizar la subsistencia del hombre. Es así como de conformidad con el Art. 57 inciso ocho sobre conservación de las prácticas ancestrales la constitución manda:

“Conservar y promover sus prácticas de manejo de la biodiversidad y de su entorno natural. El Estado establecerá y ejecutará programas, con la participación de la comunidad, para asegurar la conservación y utilización sustentable de la biodiversidad.”

2.5.2 POLÍTICAS DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO PARA EL BUEN VIVIR 2009-2013 PARA PRESERVAR LA BIODIVERSIDAD¹⁴

El Plan Nacional de Desarrollo para el Buen Vivir es una ratificación de que lo prescrito en la Constitución Política de Ecuador, no se está quedando en simple novelería, como señalan muchos críticos. Así el actual gobierno encauza el gasto público en beneficio de la naturaleza y el medio ambiente, estableciendo políticas que al largo plazo garantizarán el Buen Vivir. (Melo, 2009)

De los doce objetivos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo para el Buen Vivir, el objetivo cuarto **Garantizar los derechos de la naturaleza y propiciar un ambiente sano y sustentable**, da una idea, de cómo se está promoviendo y

¹⁴ El Plan Nacional de Desarrollo para El Buen Vivir, fue elaborado por La Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). Aprobado conforme al decreto ejecutivo 1577 en febrero del 2009.

garantizando los derechos de la naturaleza y la recuperación de la agrobiodiversidad.

“Para garantizar una mejor preservación de la naturaleza, se promueve la educación, capacitación, comunicación y desarrollo tecnológico de la biodiversidad, todo esto a diferentes niveles, es decir, a nivel de escuela, colegio, universidad, centros de investigación, etc.”. (Objetivo 4.1 g)

Se impulsan “proyectos para la recuperación, protección y preservación de la agrobiodiversidad, y del patrimonio genético del país, además de los saberes ancestrales vinculados a ellos” (Objetivo 4.1i).

Además se “fomenta el desarrollo e implemento de programas para impulsar sistemas sostenibles de producción” (Objetivo 4.3h).

2.5.3 LAS POLÍTICAS INSTITUCIONALES DEL INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP) PARA LOGRAR UN BUEN MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD¹⁵

En el año 2010, el INIAP realizó una reforma de las Políticas Institucionales que prevalecían hasta entonces, producto del nuevo modelo de desarrollo que se está llevando a cabo en el país. Estas nuevas Políticas Institucionales están vinculándose a lo que dispone la actual Constitución y el actual Plan Nacional de Desarrollo.

¹⁵Tomado de: Delgado A, JC; Játiva S, P. 2010. Políticas Institucionales de Investigación, Transferencia de Innovaciones y Prestación de Servicios Tecnológicos, Quito, Ecuador INIAP, Dirección General, Dirección de Planificación y Economía Agrícola.

2.5.3.1 POLÍTICAS DE INVESTIGACIÓN PARA LA GENERACIÓN Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS Y CONOCIMIENTO

Las nuevas políticas de investigación a más de estar orientadas a incrementar la ganancia en el consumidor, buscan la armonía de la producción agrícola con la naturaleza y el medio ambiente. Así las nuevas tecnologías que se generen estarán dentro de los enfoques de “soberanía y seguridad alimentaria, inocuidad de alimentos, orientación hacia los mercados, manejo racional de los recursos naturales (agua, suelo y semilla), conservación y manejo de la agro biodiversidad”. (Delgado y Játiva; 2010)

Entre las políticas de investigación más relevantes vale la pena mencionar:

1. Generar metodologías para identificar y producir agentes de control biológico de plagas y enfermedades en los principales cultivos, que tiendan a disminuir el uso excesivo de agroquímicos para proteger la salud de la población y el ambiente, sin perjuicio de la producción y la productividad.
2. Identificar y desarrollar tecnologías, para diversificar las actuales formas de uso de los principales cultivos.
3. Generar alternativas de uso sostenible del recurso tierra, con énfasis en el desarrollo de sistemas agroforestales y agro silvopastoriles.
4. Adaptar y desarrollar tecnologías tendientes a la conservación y uso racional del agua y de especies nativas e introducidas.

2.5.3.2 POLÍTICAS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y DIFUSIÓN DE INNOVACIONES AGROPECUARIAS

La transferencia tecnológica y difusión de innovaciones implica la transferencia del conocimiento generado -tomando en cuenta criterios de equidad, sustentabilidad, competitividad y desarrollo regional- (Delgado y Játiva, Ob. Cit.). Estas nuevas políticas toman al agricultor como sujeto de conocimiento que puede aportar a la investigación y desarrollo de tecnologías, estas políticas son:

1. Fomentar la mayor participación de los productores y sus organizaciones en la definición de prioridades de investigación y transferencia y difusión de innovaciones agropecuarias, basándose en la expresión de sus necesidades, capacidades y recursos.
2. La transferencia y difusión de innovaciones agropecuarias estará orientada a proteger la seguridad alimentaria y potenciar la capacidad de exportación de productos tradicionales y no tradicionales, para satisfacer las necesidades de las cadenas productivas.
3. Promover el desarrollo agropecuario sustentable y competitivo, en forma directa o asociada con otros organismos públicos y privados.

Al priorizar la transferencia de productos no tradicionales, se busca conservar la biodiversidad agrícola, ya que si un producto agrícola no tiene mercado tiende a desaparecer al largo plazo, lo que significa pérdida de la riqueza genética ecuatoriana y mayor vulnerabilidad al cambio climático.

Actualmente la agricultura ecuatoriana vive momentos de cambios radicales en los esquemas productivos a favor de los sectores más desprotegidos, nueva orientación de la producción, agregación de valor a los productos agrícolas, asociación de los agricultores para ganar fuerza de decisión, disminución de la cadena de distribución entre el consumidor y el productor para mejorar el bienestar de ambas partes. Por su parte el INIAP aporta al Estado con la creación de nuevos productos, variedades o híbridos (principalmente semilla certificada), con sus respectivas recomendaciones.

3 METODOLOGÍA

En la presente sección se dará una breve explicación de los diferentes métodos utilizados que ayudaron a dar explicación a los diferentes objetivos planteados.

3.1 UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis son las Unidades de producción Agrícolas (UPAs) donde se realizó la encuesta, grupo que, además brindó las facilidades para que se realice toma de muestras en sus fincas, en cuanto a análisis de suelos, enfermedades encontradas, cultivares *Musa spp.* en finca, etc. De modo que se compruebe una concordancia de lo expuesto en las encuestas realizadas y el estudio sea veraz.

Este grupo lo constituyen productores de los cantones El Carmen de la provincia de Manabí y La Maná de la provincia de Cotopaxi. El primero se escogió por ser fuente generadora de divisas, mientras que La Maná por ser un abastecedor de alimentos para el mercado interno. Así, el conjunto seleccionado consta 122 UPAs, 62 en El Carmen y 60 en La Maná.

3.2 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Entre las limitaciones del presente estudio, se tiene la restricción presupuestaria que tuvo la elaboración de las encuestas. Por lo cual, para el análisis descriptivo, se imposibilitó el tratar de inferir en el total poblacional. Otra Limitación del estudio es lo diferente que es el mercado objetivo de la producción de El Carmen y La Maná, ya que imposibilita la realización de una función de producción conjunta de ambas zonas.

3.3 CONSTITUCIÓN INTERNA DE LAS UNIDADES PRODUCTIVAS AGROPECUARIAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

El estudio comienza con un análisis descriptivo de la zona de estudio, con el fin de dar a conocer las características propias de cada zona.

Las UPAs fueron caracterizadas a través de un Análisis de Correspondencias Múltiples. Esta metodología se presentó como la más adecuada, "...puesto que se interesa por la interrelación entre varias modalidades de distintas variables, de manera que pueda conocerse si existen grupos que actúan de forma similar entre sí" (Castillo, 2001).

El objetivo principal de este análisis fue comprender los distintos niveles de diversidad de musáceas dentro de la finca, como una realidad condicionada por el entorno en el que se desenvuelve el agricultor.

3.3.1 CONSIDERACIONES DEL ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES¹⁶

"El análisis de correspondencias múltiples, estudia la relación entre cualquier número de características, cada una de ellas con varias modalidades. Coincide con el Análisis Factorial de correspondencias si el número de características se reduce a dos" (Abascal y Grande; 1989).

La información proporcionada por la encuesta se recoge en una tabla disyuntiva completa, por lo que es necesario transformar ciertas variables métricas en cualitativas.

¹⁶Tomado de: Abascal, E.; Grande I. 1989. Métodos Multivariantes para Investigación Comercial. Teoría, aplicaciones y programación BASIC. Editorial Ariel. Barcelona, Esp.

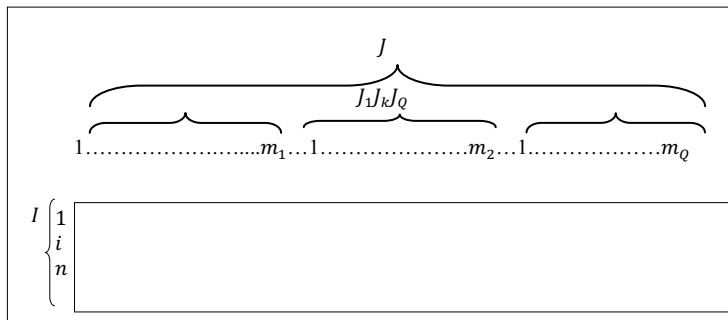


Figura 3-1 Formato de la Tabla disyuntiva $Z = I \times J$

Elaborado por: Abascal y Grande; 1989

La tabla disyuntiva Z se describe por:

- ✓ El conjunto de individuos $I = 1, \dots, i, \dots, n$
- ✓ El conjunto de variables $J_1, \dots, J_k, \dots, J_Q$
- ✓ El conjunto de modalidades $1, \dots, m_k$

Siendo $J = \sum_k m_k$ el número total de modalidades, cada elemento z_{ij} puede tomar el valor de 1 o 0 según el individuo i haya elegido la modalidad j o no.

Los factores se obtienen a partir de la tabla de Burt $B = Z'Z$, donde los elementos de la diagonal son los efectivos de cada modalidad k_j . Los bloques fuera de la diagonal son tablas de contingencia, donde “sus elementos son las frecuencias de asociación de las dos modalidades correspondientes”. (Abascal y Grande; Ob. Cit.)

Desde el punto de vista del análisis de componentes principales, lo que se debe hacer es encontrar los valores asociados a la matriz:

$$V = \frac{1}{Q} D^{-1} B$$

Donde Q es El número de variables, D es la matriz diagonal cuyos elementos son los efectivos de la matriz de Burt.

Las fórmulas de transición están dadas por:

$$F_{\alpha}(i) = \frac{1}{\sqrt{\lambda_{\alpha}}} \frac{1}{Q} \sum_j k_{ij} G(j) \text{ para } R^p$$

$$G_{\alpha}(j) = \frac{1}{\sqrt{\lambda_{\alpha}}} \frac{1}{k_j} \sum_i k_{ij} F(i) \text{ para } R^n$$

La contribución de una variable J_k al factor α es la suma de las contribuciones de las modalidades de la variable, lo que es lo mismo a:

$$CTA_{\alpha}(J_{\lambda}) = \sum_{j \in J_{\lambda}} CTA_{\alpha}(j)$$

Por otro lado la inercia total I está dada por:

$$I = \frac{J}{Q} - 1$$

Donde $\frac{J}{Q}$ es el número medio de modalidades por pregunta, esta inercia “es independiente de la forma como el colectivo responda a las preguntas”. Lo que cambiará según las respuestas son las relaciones entre las modalidades y la inercia acumulada en cada dirección, es decir, afectará a la inercia recogida por cada eje y su posición”. (Abascal y Grande; Ob. Cit.)

En vista de que el porcentaje de la inercia explicada en el ACM da una visión pesimista de la calidad de la representación de los datos en el plano. Se utilizará la inercia ajustada para la representación de los factores:

$$I_{ajustada} = \frac{Q}{Q-1} \times \left[I - \frac{J-Q}{Q^2} \right]$$

La inercia ajustada es igual a la inercia media de la inercia de las tablas ubicadas fuera de la diagonal. (Greenacre Michael, citado por Romero y Terán; 2011)

Por último la interpretación debe realizarse teniendo en cuenta las características particulares de la inercia.

3.3.2 EL MODELO PLANTEADO PARA EL ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES

El modelo planteado utiliza tanto variables cualitativas como cuantitativas. Para separar las variables cualitativas en intervalos, se utilizó como criterio los cuartiles. Es decir, se divide los datos en cuatro partes, “cada una de las cuales contiene el 25% de los elementos de la distribución” (Levin; 1988).

3.3.2.1 Midiendo la biodiversidad

Para medir biodiversidad se utilizó el índice de Shannon y Weaver (1949)¹⁷; que tiene la expresión:

$$H = - \sum_{i=1}^R P_i \ln(P_i)$$

Donde P_i es la presencia relativa del cultivar i en la UPA, y R es el número de especies biológicas o cultivares de *Musas* encontrados en la finca. Para la interpretación de este índice se debe tomar en cuenta que cero equivale a monocultivo, mientras más se aleje de cero existirá mayor biodiversidad, el límite máximo lo da la base del logaritmo que se utilice, en el presente estudio se utilizó la base del logaritmo natural, que equivale a 2,71828... que es el que la literatura recomienda.

3.3.2.2 Estratificación de los suelos

Un aspecto importante al momento de calificar un suelo es el balance o equilibrio en el que se encuentran sus elementos. Para musáceas el balance recomendado es de 75% Calcio (Ca), 15% Magnesio (Mg) y 10% Potasio (K). Cuando los valores de las muestras estaban cercanos a esta combinación, tenían un buen contenido de materia orgánica y una adecuada acidez (pH), se los calificaba como

¹⁷Tomado de: Melic Antonio. 1993. Biodiversidad y Riqueza biológica. Paradojas y Problemas

un buen suelo. Mientras más se alejaba de esta distribución, más bajo era el rango en el que se ubicaba esa muestra de suelo. Se tomó en cuenta también el adecuado contenido de nitrógeno y de fósforo para cada muestra de suelo en su respectivo rango. Para ello se utilizó el siguiente cuadro:

Tabla 1: Combinaciones para la estratificación de los suelos
Elaborado por: Departamento Protección Vegetal EET Pichilingue

Nutriente	Unidad	COSTA			SIERRA			Balance de Cationes recomendado para plátano
		Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	
N	PPM	< 31.0	31.0-40.0	> 40.0	< 30.0	30.0-60.0	> 60.0	
P	PPM	< 8.0	8.0-14.0	> 14.0	< 10.0	10.0-20.0	> 20.0	
S	PPM	< 4.0	4.0-19.0	> 19.0	< 12.0	12.0-24.0	> 24.0	
K	meq/100ml	< 0.2	0.20-0.38	> 0.38	< 0.2	0.20-0.38	> 0.4	10%
Ca	meq/100ml	< 5.1	5.1-8.9	> 8.9	< 1.0	1.0-3.0	> 3.0	75%
Mg	meq/100ml	< 1.7	1.7-2.3	> 2.3	< 0.33	0.33-0.66	>0.66	15%
M.O.	(%)	< 3.0	3.0-5.0	> 5.0	< 1.0	1.0-2.0	> 2.0	

3.3.2.3 Variables Seleccionadas

A continuación se dará una descripción de las variables seleccionadas para el modelo de Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM):

Área Total de la UPA (AT): (1) menor o igual a 3 ha, (2) $3 < AT \leq 5$, (3) $5 < AT \leq 10,75$ ha, y (4) $AT > 10,75$ ha.

Área de *Musas spp.* (AM): se la dividió en intervalos: (1) $AM \leq 2,1$ ha, (2) $2,10 < AM \leq 4$ ha, (3) $4 < AM \leq 7$ ha, (4) $AM > 7$ ha.

Nivel de ingresos por hectárea: los ingresos se dividieron en cuatro intervalos: (1) ingresos $\leq 656,63$ USD, (2) $656,63 < \text{ingresos} \leq 1223,43$ USD, (3) $1223,43 < \text{ingresos} \leq 2695,88$ USD, y (4) ingresos $> 2695,88$ USD.

El nivel de educación (Edu) está definido: 1=ninguna, 2=primaria, 3=secundaria y 4=superior.

Edad del jefe de hogar (EJ): la edad del jefe de hogar se dividió entre, EJ-1<=43 años, 43 <EJ-2<= 53,5 años, 53,5 <EJ-3 <= 64,25 años, EJ-4> 64 años.

Capacitación (Cap): Si ha recibido capacitación en el manejo de musas por parte de especialistas en banano (Si ó No).

Estado de Vivienda (Vivi): (1) buena, (2) regular, (3) mala

Servicios básicos: posee teléfono (tlfno) (si o no), Sitio de donde obtiene agua (Agu) (1= pozo sin bomba, 2=Pozo con bomba, 3=Río estero o acantilado, 4=agua potable)

Actividades de Manejo del cultivo: compuesta por variables de si o no, estas variables son, enfunde (enf), deshije (Deshi), deshoje (Desho), insecticidas (Ins), herbicidas (Herb) , insecticidas (PelCor), fertilizantes (fert), repique de cormo (RepCor), corbatín (Corba).

Valoración de las herramientas de producción (Herr): medidas en dólares, se la dividió en cuatro intervalos, (1) Herr <= 362USD, (2) 362 < Herr <= 494 USD, (3) 494 < Herr <= 1684 USD, (4) Herr > 1684 USD.

Principales Cultivares *Musa* spp.: principales cultivares que se siembran dentro de la parcela principal: barraganete (Barr), dominico (Dom), harton (Hart), orito, maqueño verde (MaqV), morado (Mor).

Biodiversidad (Biod): la biodiversidad se dividió en cuatro intervalos. (1) índice de Shannon igual a cero, (2) índice de Shannon menor o igual a 0,18 pero mayor que cero, (3)índice de Shannon mayor que 0,18 pero menor o igual a 0,43, (4) índice de Shannon mayor a 0,43.

Calificación del tipo de Suelo (Suel): A, B, C o D, sabiendo que un suelo tipo A es mejor que un suelo tipo D.

Edad del Cultivo (EdadC): (1) menor a 6,75 años, (2) mayor a 6,75 pero menor que 11,97 años, (3) mayor a 11,97 pero menor que 20 años, (4) mayor a 20 años.

Percepción de la resistencia del cultivo (Resistencia): (0) ninguna resistencia, (1) más resistencia, (2) menor resistencia, (3) No se ha fijado.

3.4 FACTORES AGROSOCIOECONÓMICOS QUE INCIDEN EN LA ADOPCIÓN DE ESTRATEGIAS DE USO DE LOS CULTIVARES *Musa spp.*

A través de conocer los factores agrosocioeconómicos que inciden en la adopción de determinado cultivar de *Musa spp.* se determinó la importancia que ubica dicho cultivar dentro de la finca. Esto se lo utiliza como un indicador, que ayuda a saber cuál es el futuro de dicho material a nivel *In situ*.

Se escogió dos factores a medir, el primero es el asociado a la “motivación”, es decir ¿Por qué se introdujo determinado cultivar en la finca? Dentro de este factor se introdujo el uso dado por el agricultor, es decir si parte de la producción de determinada variedad se destina para consumo o venta. El otro factor es el relacionado a las “características genéticas del cultivar”, ¿cómo entiende el agricultor la susceptibilidad de las musas a determinada enfermedad o plaga?

3.4.1 CONSIDERACIONES DEL ANÁLISIS FACTORIAL DE CORRESPONDENCIAS (AFC)¹⁸

“El AFC está diseñado para analizar tablas de contingencia formadas por números positivos, resultado de contar frecuencias. Como otros análisis, tiene en cuenta la información exógena sobre esa tabla y efectúa algunas operaciones antes de aplicar el análisis general” (Abascal y Grande; 1989).

Los datos se encuentran en una matriz K de orden $(n \times p)$ donde k_{ij} representa la frecuencia de asociaciones entre los elementos i y j . Donde $k_i = \sum_{j=1}^p k_{ij}$ es el efectivo total de la fila i , $k_j = \sum_{i=1}^n k_{ij}$ es el efectivo total de la columna j , y, $k = \sum_{ij} k_{ij}$ el efectivo total de la población.

Primero se realiza la formación de las nubes. Así en R^p se toma la nube de n puntos i , cuyas coordenadas son k_{ij}/k_i para $j = 1, \dots, p$. Y en R^n se forma la nube de p puntos j , cuyas coordenadas son k_{ij}/k_j para $i = 1, \dots, n$.

A partir de la formación de nubes se obtiene la matriz de frecuencias relativas F de elemento $f_{ij} = \frac{k_{ij}}{k}$, con esta matriz se trabaja para llegar a la interpretación de los datos.

¹⁸Tomado de: Abascal, E.; Grande I. 1989. Métodos Multivariantes para Investigación Comercial. Teoría, aplicaciones y programación BASIC. Editorial Ariel. Barcelona, Esp.

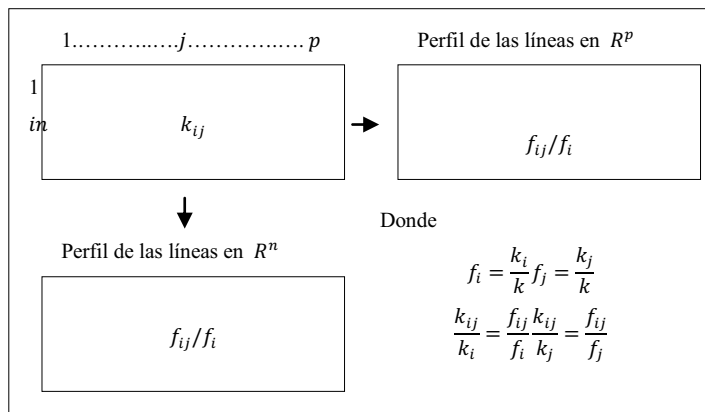


Figura 3-2 : Matriz de frecuencias relativas F
Elaborado por: Abascal y Grande; 1989

Los pesos están asignados de acuerdo a la importancia en el total. En R^p cada punto i está afectado de un peso f_i , y en R^n cada punto j está afectado de un punto f_j .

El AFC utiliza La distancia χ^2 (ji-cuadrado),

Es decir $d^2(i, i') = \sum_{j=1}^p \frac{1}{f_j} \left(\frac{f_{ij}}{f_i} - \frac{f_{i'j}}{f_{i'}} \right)^2$ en R^p y $d^2(i, i') = \sum_{j=1}^n \frac{1}{f_i} \left(\frac{f_{ij}}{f_j} - \frac{f_{i'j}}{f_{i'}} \right)^2$ en R^n .

Los elementos suplementarios se calculan en base a las fórmulas baricéntricas, para una fila suplementaria i_s de valores k_{ij}

$$F_\alpha(i_s) = \frac{1}{\sqrt{\lambda_\alpha}} \sum_{j=1}^p \frac{k_{i_s j}}{k_{i_s}} G_\alpha(j)$$

Para una columna suplementaria j_s de valores k_{ij} es

$$G_\alpha(j_s) = \frac{1}{\sqrt{\lambda_\alpha}} \sum_{i=1}^n \frac{k_{i j_s}}{k_{j_s}} F_\alpha(i)$$

Por último, para interpretar correctamente la imagen se debe conocer la significación de los ejes, pues la visión directa del gráfico puede inducir a errores.

Mediante la contribución absoluta $CTA_\alpha(i) = \frac{f_i F_\alpha^2(i)}{\lambda_\alpha}$ se expresa la participación que

tiene el elemento i en la inercia explicada por el factor α . Mediante la contribución relativa $CTR_{\alpha}(i) = \frac{F_{\alpha}^2(i)}{d^2(i,G)}$; $\sum_{\alpha} CTR_{\alpha}(i) = 1$ mide la calidad de representación de i sobre el eje α .

3.4.2 MODELOS PLANTEADOS PARA EL ANÁLISIS FACTORIAL DE CORRESPONDENCIAS

Se planteó realizar dos análisis factoriales de correspondencias, así se tiene:

3.4.2.1 Variables para analizar los factores agrosocioeconómicos que inciden en las estrategias de uso de los cultivares de *Musas* spp.

La lista de cultivares utilizados en este análisis, serán todos los encontrados en la zona de estudio: Barraganete (AAB), Dominico (AAB), Orito (AA), Banano comercial o tipo Cavendish (AAA), Maqueño verde (AAA), Guineo seda (AAA), Plátano Sto Domingo(AAB), Morado (AAA), Dominico Mejorado (AAB), FHIA dominico (AAAB), Limeño (AAB), Guineo jardín o enano (AAA), Platanillón o Pelipita (ABB), Guineo filipino (AAA) y Dominico hartón (AAB).

Los perfiles columna estarán conformados por:

Edad del cultivo (E): (1) $E \leq$ años, (2) $4 < E \leq 10$ años, $10 < E \leq 20$ años, $E > 20$ años.

Proporción del cultivar en la parcela (A): $A \leq 1,12\%$. (2) $1,12\% < A \leq 10\%$. (3) $10\% < A \leq 50\%$. (4) $A > 50\%$ dentro del cultivo.

Destino de la producción: Destino para la venta (DV), destino para autoconsumo (DA).

Criterio de siembra del cultivo: se sembró inicialmente con fines comerciales (Cfc), sembró porque el cultivar se lo considera de alto rendimiento (Cpr), con el criterio

de que parte de la producción se destinaba para autoconsumo (Ccon), pensando en que era una variedad de buen sabor (Csabor). Sembró por tradición (Ctra). Sembró para alimentación de animales. Sembró por curiosidad (Ccur). Sembró pensando en el mercado objetivo. Sembró porque le dijeron que dicha variedad era resistente a enfermedades (Cenf).

3.4.2.2 Variables para analizar los factores agronómicos que inciden en la estrategia de uso de los cultivares *Musa* spp.

Para los perfiles fila se seleccionó los cultivares encontrados en finca, que poseían enfermedades, y de acuerdo a la enfermedad, con ayuda del técnico especialista y la experiencia del agricultor, se determinó si las enfermedades, no le afectaban, le afectaban poco, medio o mucho.

Estos cultivares son, Barraganete (Barr), Dominico Hartón (Harton), Dominico (Dom), Dominico Mejorado (Dmej), Guineo de Jardín o enano (Gjena), Guineo Filipino (Filip), Guineo de Seda o Gros Michel (seda), Maqueño Verde (Mverd), Morado (Morad), Orito, Plátano Santo Domingo (StoDgo).

De perfiles columna se utilizan los distintos niveles de resistencia (Nada (NA), Poco (P), Medio (Me) o Mucho (Mu)) para nematodos, Sigatoka negra, patilla u hormiga, y picudo negro.

3.5 IMPACTO DE LOS CULTIVARES *Musa* spp. EN EL USO DE INSUMOS DE CONTROL QUÍMICO

Para que un modelo de producción sea sostenible en el tiempo debe ser capaz de satisfacer las necesidades presentes, sin perjudicar las necesidades de la generación futura. Está demostrado que a mayor biodiversidad en el suelo el cultivo adquiere mayor funcionalidad “mejora la biota del suelo, se reproducen

insectos entomófagos, el agroecosistema se vuelve más resistente a plagas y enfermedades” (CIP-UPWARD; 2003).

Por otro lado, los monocultivos de *Musas* tradicionalmente requieren un fuerte uso de agroquímicos en todas sus etapas: aplicación de herbicidas, colocación de plásticos tratados con pesticidas utilizados para cubrir y proteger los bananos o plátanos en el campo, colocación de “corbatas” y tiras de plástico tratadas con insecticidas que se atan a los racimos, tratamiento con nematicidas y fumigaciones aéreas de fungicidas. En las empacadoras, se limpia y desinfecta los bananos antes de empacarlos con bombas de insecticidas post cosecha.

La presente sección persigue determinar la relación biodiversidad intraespecífica - uso agroquímicos, a través de una función que mida el nivel de uso de agroquímicos, incluyendo la biodiversidad intraespecífica como una variable explicatoria. Tratando de ver si, a mayor uso de biodiversidad intraespecífica existe una menor utilización de insumos químicos de control. Así determinar si la biodiversidad intraespecífica puede contribuir a la sostenibilidad de la producción y utilizarse como una medida alternativa de control.

3.5.1 CONSIDERACIONES DEL MODELO ANCOVA

Cuando el modelo a realizarse es de tipo lineal, y las variables explicativas son variables cuantitativas y cualitativas, se debe aplicar los denominados modelos de análisis de covarianzas (ANCOVA). En economía, es muy frecuente este tipo de modelos, debido a que la realidad social es una mezcla de características numéricas y categóricas. El poder introducir variables categóricas dentro del modelo, hace que “la regresión lineal sea una herramienta flexible, capaz de manejar muchos problemas interesantes que se presentan en los estudios empíricos” (Gujarati, 1997).

3.5.1.1 Características del modelo

Sea $Y_i = \alpha + \beta_1 D_i + \beta_2 X_i + u_i$ la representación lineal del modelo ANCOVA, donde α representa el término intercepto o constante, β_1 representa cada una de las pendientes para las variables categóricas, β_2 representa cada una de las pendientes para las variables continuas. D_i y X_i representan las variables categóricas y Continuas respectivamente. u_i Es el término de perturbación o error. Por último, i representa el número de observación y va desde 1 ... n .

El ajuste de este modelo es por mínimos cuadrados ordinarios, así las variables D_i y X_i pertenecen a la matriz X , en forma matricial la estimación de los β es $\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y$.

Se debe tener cuidado con el manejo de las variables dicótomas, especialmente para evitar el problema de multicolinealidad perfecta. A continuación presentarán algunas recomendaciones a tener en cuenta (citado de: Gujarati, 1997).

1. Evitar la trampa de la variable dicótoma. Si una variable cualitativa tiene m categorías introdúzcase solo $m - 1$ variables dicótomas. Si esta regla no se sigue se caerá en multicolinealidad perfecta.
2. Al interpretar los resultados de los modelos que utilizan variables dicótomas, es de gran importancia saber la forma como los valores de 1 y 0 son asignados.
3. El coeficiente que acompañe a determinada variable dicótoma se llama coeficiente de intercepto diferencial porque dice qué tanto difiere el valor del término de intercepto (α) de la categoría que recibe el valor de 1 del coeficiente del intercepto de la categoría base.

3.5.1.2 La estimación del modelo por Mínimos Cuadrados Ordinarios MCO¹⁹

$$Y_i = \alpha + \beta_1 D_i + \beta_2 X_i + u_i$$

El criterio de los MCO considera que la función que mejor se ajusta a los datos es la que minimiza la varianza del error u_i , lo que equivale a minimizar:

$$S(\beta_1, \beta_2) = \sum_{i=1}^T u_i^2 = \sum_{i=1}^T (y_i - (\alpha + \beta_1 D_i + \beta_2 X_i))^2$$

Derivando los parámetros e igualando a cero, mediante cualquier método de ecuaciones lineales, se obtiene la estimación del modelo.

3.5.1.3 Validación del modelo

A más de formularse el modelo, es necesario que se cumpla la validez de ciertos supuestos. En el presente caso, se utiliza datos de corte transversal, por lo que es necesario realizar las pruebas de normalidad, heteroscedasticidad, multicolinealidad, no linealidad y errores de especificación, exogeneidad y regresores estocásticos. Para dar a entender esta serie de supuestos se cita Pérez (2006).

3.5.1.3.1 Prueba de Normalidad de las Perturbaciones

La normalidad de los residuos es una de las hipótesis que se deben cumplir en el modelo de regresión múltiple. Esta hipótesis no es necesaria para la estimación de los parámetros del modelo de regresión por MCO. Pero si estrictamente requerida cuando se quiere inferir en el modelo.

¹⁹Tomado de: Pérez, L. 2006. Problemas Resueltos de econometría. Paso a Paso. Editorial Thomson. Magallanes – España.

3.5.1.3.2 Contrastes de Normalidad de los Residuos de asimetría, curtosis y Jarque – Bera

Basados en coeficientes de asimetría y curtosis muestrales. La hipótesis de normalidad es cierta si el coeficiente asimetría muestral $\alpha_1 = \frac{m_3}{m_2^{3/2}}$ tiene una distribución asintóticamente normal de media cero y varianza $6/n$, siendo m_2 y m_3 , los momentos muestrales centrados en la media de órdenes 2 y 3 respectivamente. Se tiene:

$$\alpha_1 = \frac{m_3}{m_2^{3/2}} \rightarrow N\left(0, \sqrt{\frac{6}{n}}\right)$$

Para realizar el contraste de simetría normal (asimetría=0) se halla un valor k tal que $P(\alpha_1 \geq k) = \alpha$, siendo α el nivel de significación establecido para el contraste. Si $\alpha_1 > k$ se rechaza la hipótesis nula de simetría, y la de normalidad.

Si la hipótesis de normalidad es cierta, $\alpha_2 = \frac{m_4}{m_2^2} - 3$ tiene una distribución asintóticamente normal de media cero y varianza $24/n$, siendo m_2 y m_4 los momentos muestrales centrados en la media de órdenes 2 y 4 respectivamente.

$$\alpha_2 = \frac{m_4}{m_2^2} - 3 \rightarrow N\left(0, \sqrt{\frac{24}{N}}\right)$$

α_2 Permite contrastar la hipótesis de que los residuos provienen de una distribución con curtosis normal (curtosis=0). Para esto se halla el valor k tal que $P(\alpha_2 \geq k) = \alpha$, donde α es el nivel de significación establecido para el contraste. Si α_2 es mayor que k se rechaza la hipótesis nula de curtosis cero, y de normalidad.

Para muestras grandes, el contraste Jarque-Bera usa los dos estadísticos anteriores mediante la consideración del estadístico de Bowman-Shelton:

$$B = n \left[\frac{\alpha_1^2}{6} + \frac{\alpha_2^2}{24} \right] \rightarrow \chi_2^2$$

Para estos contrastes se puede utilizar el criterio del p-valor, rechazando la hipótesis nula de normalidad de los residuos, cuando el p-valor es menor que α en algunos de ellos, y aceptándola cuando el p-valor es mayor que α en los dos.

Como criterio más suave sobre normalidad de los residuos, suele considerarse normal la población cuya muestra presenta coeficientes de asimetría y curtosis comprendidos en el intervalo $[-2,2]$.

3.5.1.3.3 No linealidad y Errores de Especificación

El error de especificación, aparece cuando alguno de los supuestos está equivocado. De detectarse un error de especificación, es necesario desarrollar y utilizar procedimientos que usen una especificación más compleja de la que subyace en la técnica MCO. El error de especificación puede darse en la especificación de las variables explicativas o en la forma funcional del modelo.

Error de especificación en la selección de variables explicativas

Para observar si un modelo *adolece* de variables omitidas. El *test de la razón de máxima verosimilitud para variables omitidas*, permite añadir variables a la ecuación existente. Teniendo como hipótesis nula que el conjunto regresores adicionales no son conjuntamente significativos.

El *test de la razón de verosimilitud para variables redundantes*, contrasta sin un subconjunto de variables son conjuntamente significativas. Si los coeficientes de determinadas variables del modelo van a tener valor cero, en este caso dichas variables pueden ser eliminadas del modelo.

Error de especificación en la forma funcional

Para detectar problemas de especificación en la forma funcional suelen utilizarse los gráficos de los residuos, que, ante la presencia de no linealidades, normalmente presentan tendencias que indican su falta de aleatoriedad. Los grados de autocorrelación también son indicadores de la posible presencia de mala especificación funcional en el modelo.

Para la detección de error de especificación se realiza a través del *contraste RESET de Ramsey*, además de una forma lineal incorrecta, sirve para detectar cualquier error de omisión o la presencia de correlaciones entre variables explicativas y la perturbación.

3.5.1.3.4 Prueba de Heteroscedasticidad

La importancia del incumplimiento de hipótesis de Homocedasticidad radica en entre otras cosas que los estimadores obtenidos por MCO no son de varianza mínima aunque sigan siendo insesgados.

El modelo lineal supone una serie de hipótesis entre las que se encuentra que la variable u (término de error) es una variable aleatoria con esperanza nula ($E(u) = 0$) y matriz de covarianzas constante y diagonal ($Var(u) = \sigma^2 I_k$ matriz escalar). Es decir, que para todo t , la variable u_i tiene media cero y varianza σ^2 no dependiente de t , y además $Cov(u_i, u_j) = 0$ para todo i y para todo j distintos entre sí, pudiendo escribir $Var(u) = \sigma^2 I_k$.

Para analizar la heteroscedasticidad suele comenzarse por el análisis del gráfico de los residuos contra cada variable exógena, la variable culpable de heteroscedasticidad será aquella cuyo gráfico se aleje de la aleatoriedad.

Contraste W de White

Se efectúa una regresión de los cuadrados de los residuos MCO sobre todas las variables independientes del modelo, sus cuadrados, y sus productos cruzados de dos en dos. La Homocedasticidad se acepta si la F permite aceptar la nulidad conjunta de todos los parámetros salvo la constante.

El método de White, por otro lado permite ajustar un modelo con heteroscedasticidad desconocida, sin necesidad de especificar ningún tipo de comportamiento conocido de la varianza para las perturbaciones.

3.5.1.3.5 Prueba de Multicolinealidad

Entre las hipótesis del modelo de regresión lineal, se tiene que las variables X_1, X_2, \dots, X_k son linealmente independientes, es decir, no existe relación lineal exacta entre ellas. Esta hipótesis se denomina hipótesis de independencia, y cuando no se cumple, se dice que el modelo presenta problemas de *multicolinealidad*.

Cuando hay multicolinealidad en el modelo, $X'X$ tendría determinante cercano a cero y no sería calculable $(X'X)^{-1}$ con lo que no se podría hallar el valor de estimaciones de los parámetros $(X'X)^{-1}X'Y$.

Para determinar la posible multicolinealidad se utilizará los *factores de inflación* de la varianza $VIF = 1/(1 - R_j^2)$ elevados mayor que 10, donde R_j^2 es el R^2 de la regresión auxiliar de la variable explicativa j en función de las demás variables explicativas.

Para solucionar los problemas de multicolinealidad, se suele ampliar la muestra o transformar las variables (Ej.: ratios o diferencias). Además, suprimir algunas variables con justificación estadística y económica, sustituir las variables explicativas por sus componentes principales más significativas, o utilizar la

regresión en cadena $(X'X + cI)^{-1}X'Y$ siendo c una constante adecuado entre $[0,01; 0,1]$ que hace que el ajuste se bueno.

3.5.1.4 El modelo planteado para determinar el uso de insumos de control químico

El modelo planteado para el nivel de uso de agroquímicos en una hectárea, comprende:

$$IQC_j = \beta_1 D + \beta_2 A + \beta_3 U + \beta_4 C + \beta_5 E + u_i$$

Donde:

IQC: Insumos de control químico, para $j=1$ ó 2 dependiendo de la zona

D: Diversidad genética

A: Características del agricultor

U: Características de la UPA

C: Actividades culturales para el buen manejo del cultivo

E: Enfermedades o plagas en el cultivo

u_i : Es el término de perturbación

3.5.1.4.1 Variable dependiente

La variable dependiente está conformada por la sumatoria de todos los insumos de control químico, es decir herbicidas, insecticidas, nematicidas, y otros químicos. Todos los insumos utilizados llevados a inversión por hectárea.

3.5.1.4.2 Variables independientes

Biodiversidad

Para los efectos del presente modelo, se utilizó el índice de Simpson (Melic, 1993):

$$DD (Simpson) = \frac{1}{\sum_{i=1}^R (P_i)^2}$$

Donde P_i es la proporción de la especie i en el agroecosistema y R es el número total de cultivares o especies. Este índice se adapta mejor a los datos debido a que está menos disperso que el índice de Shannon. El índice de Simpson se mueve en el intervalo]0,1], cuanto más se acerca a cero indica presencia de un solo cultivar, en este caso se hablaría de monocultivo. Mientras más se acerque a cero existirá mayor diversidad genética en la parcela.

Variables cuantitativas

Las variables cuantitativas comprenden las referentes a Edad del jefe de hogar (EDADJ), Edad del cultivo (EDADC) y el número de hectáreas total de musáceas (HECTAREAS_MUSACEAS). La percepción de la resistencia del cultivo, que consiste en la valoración de la resistencia del cultivo por parte del agricultor, varía de cero a dos. Siendo cero, resistencia baja, 1 resistencia moderada y 2 resistencia alta.

Variables dicótomas o ficticias

Las variables utilizadas aquí, fueron variables de (si) o (no). Entre las variables que se ajustaron a este modelo se tiene:

Entre las características del jefe de hogar, se adaptaron: Nivel de educación, poseer ingresos no agrícolas (INAJH), ha recibido capacitación (1=si; 2=no)

Entre las características de la UPA, se adoptó: Tipos de suelo A, B, C, D. Tomando en cuenta que A mejor que B, B mejor que C y C mejor que D.

Entre las referentes a actividades culturales, se adaptaron: deshije, deshoje, deschante, enfunde, destalle, roza o chapia y saca plantas enfermas de la parcela.

Además, se adaptaron algunas variables referentes a incidencia de plagas. Estas son alta incidencia de Sigatoka Negra (SIGATOKAM), alta incidencia de picudo negro (PICUDOM), y alta incidencia de hormigas o patilla (HORMIGAM).

Por último en un análisis conjunto, se adaptó la variable Zona que hace referencia a El Carmen si vale uno y a La Maná si equivale a cero.

3.6 IMPACTO DE LA DIVERSIDAD INTRAESPECÍFICA EN LA PRODUCCIÓN DE BANANO Y PLÁTANO

El modelo de producción es una herramienta que facilita la comprensión de los diferentes factores que intervienen en la producción. En la presente investigación, se hace referencia a los monocultivos y cultivos con alta biodiversidad genética *Musa* spp. como dos procesos de cultivo distintos. Con este análisis a más de la contribución de los diversos factores a la producción se está interesado en conocer el efecto de utilizar mayores niveles de biodiversidad de *Musas* en la producción.

El enfoque que toma la función de producción, es el propuesto por Lichtenberg y Zilberman (1986), la particularidad del presente modelo es la diferenciación de los insumos normales de los insumos de control de daños. Lo que permite estimar los efectos de la biodiversidad genética en el rendimiento de mejor manera. Así, para tratar los insumos que ayudan a controlar los daños se realizará la denominada función de control del daño, que para nuestro estudio es un modelo logit multinomial.

3.6.1 EL MODELO DE CONTROL DEL DAÑO $G(X)$ PARA PICUDO NEGRO

Los agentes de control del daño son aquellos que no están directamente relacionados con la producción, su función principal es impedir que la productividad disminuya, por ejemplo los plaguicidas garantizan que las plantas sigan creciendo y no sean afectadas por las plagas.

“El mecanismo subyace en el hecho de que ninguna variedad por sí sola es completamente resistente o tolerante a todos los problemas potenciales. Así, el impacto de algún problema potencial es más bajo en promedio cuando hay más fuentes de tolerancia a los diversos tipos de estrés” (Widawsky, 1996).

Llegar a tal nivel de comprensión es importante, debido a que, la reducción de la inestabilidad de la producción puede ser un factor muy valorado por agricultores de escasos recursos (como es el caso de nuestro sector bananero y platanero) para asegurarse contra posibles riesgos en la producción.

En el presente estudio, la biodiversidad intraespecífica de *Musas*, es esa fuente que facilita un cultivo más tolerante a plagas y enfermedades. El modelo se estimará a través de una función logit multinomial ordenada.

3.6.1.1 Consideraciones del Modelo Logit Multinomial²⁰

El modelo sigue una distribución acumulativa logística (Gujarati, 1997):

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}}$$

Donde $Z_i = \beta_1 + \beta_2 X_i$

El modelo logit binario se puede escribir de la siguiente manera:

$$L_i = \ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i$$

El *Modelo Logit Multinomial* es una extensión del modelo binario en los casos donde el que la respuesta “desordenada” tiene más de dos posibilidades. Sea X_i, Y_i una muestra aleatoria de la población $i = 1, \dots, n$.

²⁰Tomado de: Pérez, L. 2006. Problemas Resueltos de econometría. Paso a Paso. Editorial Thomson. Magallanes – España

Al igual que en el caso binario, se está interesado en saber cómo afectan los cambios en los elementos X a las probabilidades de respuesta. Estas son (Pérez, 2006):

$$P = (Y = j|X_1, X_2, \dots, X_k) = P = (Y = j|X)$$

$$P = (Y = j|X) = \frac{\exp(X\beta_j)}{1 + \sum_{h=1}^n \exp(X\beta_h)} = p_j(X, \beta) \quad j = 0, 1, \dots, J$$

En estos modelo los efectos marginales o parciales son complicados, para esto se hace necesario calcular la derivada de P_j con respecto a cada una de la variables dependientes, componentes del vector de características X_k (Osorio y Rojas, 2009). Si X_k es continua, el efecto parcial será (Pérez, 2006):

$$\frac{\partial P(Y = j|X)}{\partial X_k} = P(Y = j|X) \left\{ \beta_{jk} - \left[\sum_{h=1}^J \beta_{hk} \exp(X\beta_h) \right] / g(X, \beta) \right\}$$

Donde β_{hk} es el elemento k-ésimo de β_h y:

$$g(X, \beta) = 1 + \sum_{h=1}^J \exp(X\beta_h)$$

El *odds ratio* o *riesgo* mide la probabilidad de elegir $Y = j$ en lugar de elegir $Y = 0$ y viene dado mediante:

$$\frac{P(Y = j|X)}{P(Y = 0|X)} = \frac{p_j(X, \beta)}{p_0(X, \beta)} = \exp(X\beta_j)$$

Se tiene:

$$\Delta \frac{p_j(X, \beta)}{p_0(X, \beta)} \approx \beta_{jk} \exp(X\beta_j) \Delta X_k$$

Cuando el modelo es ordenado, la distribución condicional de Y dado X vendrá dada por:

$$P(Y = J|X) = P(Y^* > \alpha_j|X) = 1 - \Lambda(\alpha_j - X\beta)$$

Donde α y β se estiman por el método de máxima verosimilitud y Λ representa la logística.

El modelo logit multinomial, se estima por máxima verosimilitud. El logaritmo de la función condicional viene dado por:

$$l(\beta) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^J 1[Y_i = j] \log[p_j(X_i, \beta)]$$

Y en general se obtiene estimadores consistentes y asintóticamente normales

3.6.1.2 Variables para la estimación del modelo de control del Daño

El modelo de control del daño está dado por:

$$G(X) = \frac{1}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 P + \beta_3 I}} + u_i$$

Donde;

$G(X)$: Es el nivel de daño para Picudo Negro

D : es el índice de diversidad de Simpson

P : Es el promedio de la muestra tomada para Picudo Negro

I : Los insumos culturales básicos

u_i : El término de perturbación

3.6.1.2.1 Variable dependiente

La variable dependiente está conformada por el nivel de daño causado por la plaga Picudo Negro. Esta es una variable categórica ordenada, siendo: (1) El cultivo no registra Picudo Negro, (2) registra poca incidencia, (3) registra incidencia media y (4) Registra incidencia alta.

3.6.1.2.2 Variables independientes

Para medir la contribución de la biodiversidad se utilizó el índice de Simpson, debido a la poca dispersión del mismo, lo cual contribuye a explicar mejor la variable dependiente.

Por último se tiene las variables relacionadas con las actividades que inciden indirectamente en la producción. Estas variables están medidas en dólares por hectárea. Entre las que aportaron significancia al modelo, se tiene: deshoje, deshoje, roza o chapia, aplicación de herbicidas, aplicación de otros químicos, destalle, y resiembra.

3.6.2 EL MODELO DE PRODUCCIÓN PLANTEADO POR LICHTENBERG Y ZILBERMAN

En vista de que los modelos tradicionales “subestiman la efectividad de los agentes de control del daño”. Entendiendo por agentes de control del daño, aquellos insumos que influyen indirectamente en la producción como: insumos que previenen que la cosecha se eche a perder producto de una plaga, insumos para evitar problemas climáticos, o costos realizados para evitar actos delictivos contra la propiedad. (Lichtenberg y Zilberman; 1986)

Para evitar incongruencias con la efectividad de los insumos de control en la producción, es necesario que estos insumos se incorporen de una manera distinta que los insumos normales a la función de producción. “Esto se debe a que, en los modelos de producción tradicionales, la curva de efectividad de los insumos de control decrece más rápidamente por las especificaciones impuestas de una manera estándar para todas las variables” (Lichtenberg y Zilberman; 1986).

Lichtenberg y Zilberman (1986) proponen una alternativa a los modelos de producción tradicionales, así la cantidad Y de producción, es representada como

una función de los insumos productivos Z y la reducción del daño que está dada por una función $G(X)$.

$$Y = f[Z, G(X)]$$

Y : Producción (ha)

$f(Z)$: Son los insumos estándar (Influyen directamente en la producción, por ejemplo: superficie)

$G(X)$: Es la función reducida del nivel de control del daño para Picudo Negro, aquí se incluye todas las medidas de control de daño (por ejemplo nivel de uso de pesticida). En esta especificación, X representa directamente los insumos productivos. La función de reducción $G(X)$ es definida como la proporción de la capacidad destructiva del agente dañino eliminada por la aplicación de un nivel de control del insumo X .

Lo que se quiere medir es la contribución de la biodiversidad a la producción, esta se introducirá en el modelo como un insumo que influye de manera directa en la producción de musas, para lo cual se realizará un índice que mida el nivel de biodiversidad dentro de la finca, que puede ser el índice de Shannon.

Pero además se tiene indicios de que la biodiversidad ayuda a controlar las plagas y enfermedades dentro del cultivo, razón por la cual se consideran los dos efectos dentro de esta función de producción.

Así, una vez corrido el modelo, se obtendrá un β para la variable "nivel de biodiversidad ó índice de biodiversidad", manteniendo todas las demás variables constantes, este se interpretará según el nivel de biodiversidad que se quiera explicar, por ejemplo si este es 0, explicará el producto promedio que se obtiene en una finca cualquiera al sembrar monocultivo, independientemente de la variedad que se siembre y manteniendo todas las demás variables constantes; así dependiendo del nivel de biodiversidad que se quiera saber este valor puede ser más grande.

Por último la estimación de este modelo se realizará por MCO. Los detalles de este tipo de ajustes, se especificaron en la sección anterior.

3.6.2.1 Variables seleccionadas para el modelo de producción de banano y plátano

El modelo de producción está dado por:

$$P_j = \alpha + \beta_1 G(X) + \beta_2 ID + \beta_3 A + \beta_4 U + \beta_5 D + u_i$$

Donde;

P_j : Producción por hectárea, para j igual a uno ó cero dependiendo de la zona

α : Es la constante producto de la interacción de todas las variables

$G(X)$: Nivel de daño en el cultivo para el caso de Picudo Negro

ID: Insumos directos de la producción

A: Características del Agricultor

U: Características de la UPA

D: Índice de diversidad

3.6.2.1.1 Variable dependiente

La variable dependiente es la producción por hectárea. Debido al objetivo de la tesis: “medir la contribución de la biodiversidad intraespecífica”, y a la composición de la biodiversidad en la parcela, se multiplicó la producción de cada cultivar por el precio dado por el agricultor al momento de hacer la encuesta, dando lugar a un ingreso por hectárea. Razón misma que hace que no se realice ninguna transformación de las variables como La COBB-DOUGLAS, la translogarítmica o la especificación cuadrática del modelo de producción.

3.6.2.1.2 Variables independientes

Las variables que explicaron de mejor manera el modelo de producción, fueron:

Con respecto al modelo de control del daño, se tomaron los estimados, para nivel de daño medio (Picudo_3_0) y nivel de daño poco (Picudo_2_0), que fueron las que se vieron mejor representadas.

Referente a las características de la UPA, aportaron, tipo de suelo, uso de herramientas (tratadas como el número de herramientas no comunes utilizadas), edad del cultivo. En lo que refiere al agricultor, nivel de educación, edad del jefe de hogar, recibe ingresos no agrícolas (INAJH), acceso a crédito.

Por otro lado como insumos indirectos a la producción aportaron ciertas labores culturales como uso de fertilizantes, biocontroladores, deschante, enfunde, y la realización de labores eventuales. Todas estas labores fueron medidas en dólares.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la presente sección se presenta a detalle los resultados logrados, para el cumplimiento de los objetivos planteados. Esta sección es la ejecución de lo planteado en la metodología.

4.1 CONSTITUCIÓN INTERNA DE LAS UNIDADES PRODUCTIVAS AGROPECUARIAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Antes de proceder a interpretar la relación existente entre, las distintas variables, se realizará un breve análisis descriptivo de las zonas de estudio.

4.1.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA ZONA DE ESTUDIO

En la presente sección se procede a describir al jefe del hogar, que bien puede ser un hombre o una mujer. Como persona principal que toma las decisiones en la finca, y que tiene muchas trabas que le dificultan el desarrollar la agricultura. Además se procederá a analizar la vivienda, para dar a conocer la situación en la que vive.

Por último, se adentra en la parte relacionada a la biodiversidad. Conocer cuáles son los cultivos que entraron en estudio y como están distribuidos, ya que a futuro, solo se hablará de bajos o altos niveles de biodiversidad. Además de las herramientas de trabajo del agricultor y ciertos gastos en los que se incurre para el manejo del cultivo.

Comenzando con la descripción, en la Tabla 2 se observa que la mayoría de los jefes de hogar está compuesto por hombres (93,55% en El Carmen y 90% en La Maná).

Además, se observa que los jefes de hogar del sector La Maná han recibido menos educación que los de El Carmen. Alrededor del 83,33% se ubica entre educación primaria y ninguna en La Maná. Mientras que en El Carmen, el porcentaje de jefes de hogar que no ha recibido educación, junto con los que recibieron primaria asciende a 59,68%.

Se observa que estos sectores tienen poco acceso a créditos. Apenas un 13% recibió créditos de Bancos u otra institución en El Carmen, mientras que en La Maná este valor es de sólo del 6,67%, casi la mitad que su contraparte de El Carmen.

A través de la variable ingresos no agrícolas para el jefe de hogar. Se tiene que un gran porcentaje de agricultores dependen netamente de lo que genera la UPA (67,74% en El Carmen y 80% en La Maná), observando mayor dependencia en las zonas de La Maná que en el sector El Carmen.

Por otro lado se observa que el grupo de El Carmen recibe más capacitación (47%) que su contraparte de La Maná (15%), por parte de instituciones o empresas. Donde, en el caso de El Carmen el INIAP es uno de los mayores capacitadores (20,97%), lo cual es sinónimo de que el grupo de El Carmen está más organizado que el de La Maná.

Tabla 2: Características del jefe de hogar

Características del Hogar		EL Carmen (N = 62)	La Mana (N = 60)
Sexo	Hombre	93,55%	90,00%
	Mujer	6,45%	10,00%
Nivel de educación	Ninguna	9,68%	18,33%
	Primaria	50,00%	65,00%
	Secundaria	30,65%	11,67%
	Superior	9,68%	5,00%
Ing. No Agrícolas	Sí	32,26%	20,00%
	No	67,74%	80,00%
Capacitación	INIAP	20,97%	3,33%
	Compañía que compra	11,29%	6,67%
	Otra	14,52%	5,00%
Crédito	Bancos	11,29%	3,33%
	Otra	1,61%	3,33%

La edad promedio de los jefes de hogar para el sector El Carmen es 50 años, mientras que para el sector La Maná es de 57,85 años, observando que los agricultores de El Carmen son ligeramente más jóvenes que los del sector La Maná, manteniendo una dispersión sobre la media muy similar (11,52 en El Carmen y 13,02 en La Maná).

Se observa en ambos sectores que la esposa(a) del jefe de hogar es menor con 6 o 7 años. También, se nota que existen más miembros hijos hombres que mujeres, lo que refleja la importancia de poseer hijos varones para la ejecución de las actividades dentro de la UPA, así en el Carmen el promedio de hijos hombres es de 1,92 con una desviación estándar de 1,59, es decir el número de hijos varones puede llegar fácilmente a 4. Mientras que en La Maná el promedio es de 1,38 con una desviación de 1,09.

Tabla 3: Composición del Hogar

Características del Hogar	EL Carmen (N = 62)		La Mana (N = 60)	
	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica
Edad del Jefe	49,98	11,52	57,85	13,02
Edad de la esposa (o)	44,47	11,39	50,73	12,95
Otros Miembros Hombres	1,92	1,59	1,38	1,09
Otros Miembros Mujeres	1,29	1,18	1,05	1,35

El grupo de El Carmen posee por lo general una vivienda en buenas condiciones (55 %), que puede ser de cemento (48%), madera (26%) o mixta (24%). Sin embargo existe un grupo representativo que tiene la vivienda regular (43,55%). La Maná tiene una tendencia similar, 50% posee vivienda en buenas condiciones y un 40% vivienda regular, pero, se observa un 10% que posee viviendas en mal estado.

Además se nota que los grupos de La Maná poseen en su mayoría vivienda fabricada de Cemento (65%), mientras que en El Carmen este valor es del 48%, esto responde al clima de cada sector.

Por el lado de los servicios básicos la mayoría posee energía eléctrica (94% en El Carmen y 98% en La Maná). Al igual que acceso telefónico (79,03% El Carmen y 80% La Maná).

Por el lado del agua, en El Carmen esta la obtienen de pozos con bombas (80,65%), mientras en La Maná existen dos grupos representativos, el que la obtiene de los pozos con bomba (25%) y los que poseen agua potable (63,33%).

Por el lado de los servicios higiénicos, es muy común el uso de baterías sanitarias (74,19% en El Carmen y 76,67% en La Maná). Sin embargo existe aún grupos que utilizan letrinas (25,81% en El Carmen y 21,97% en La Maná).

Tabla 4: Estado de la vivienda

Características del Hogar		EL Carmen (N = 62)	La Mana (N = 60)
Condiciones Generales de la Vivienda	Buena	54,84%	50,00%
	Regular	43,55%	40,00%
	Mala	1,61%	10,00%
Vive en la finca	No	20,97%	25,00%
	Si	79,03%	75,00%
Material de Vivienda	Cemento	48,39%	65,00%
	Mixta	24,19%	20,00%
	Madera	25,81%	13,33%
	Caña	1,61%	1,67%
SSH	Batería Sanitaria	74,19%	76,67%
	Letrina	25,81%	21,67%
Teléfono	No	20,97%	20,00%
	Si	79,03%	80,00%
Luz Eléctrica	No	6,45%	1,67%
	Si	93,55%	98,33%
Acceso a Agua	Pozo sin Bomba	4,84%	6,67%
	Pozo con Bomba	80,65%	25,00%
	Río, Estero, Acequia	6,45%	5,00%
	Agua Potable	8,06%	63,33%

La tabla 5, muestra las herramientas que se utilizan para laborar en el cultivo de *Musas*, a través del porcentaje de herramientas la utilización de éstas es muy equiparable en ambas zonas, resalta en el grupo de La Maná un pequeño porcentaje de agricultores (7%) utiliza aspiradoras, herramienta que ayuda a quitar impurezas de la planta.

Tabla 5: Herramientas utilizadas para manejo de cultivo, valoradas en USD

Herramienta	El Carmen (n=62)	La Maná (n=60)
Balanzas	100%	98%
Machete	100%	100%
Platos	100%	100%
Podadera	97%	98%
Tinas plástico	97%	28%
Excavadora	90%	55%
Curvos	85%	68%
Pala	82%	82%
Bomba Mochila	81%	92%
Barretas	35%	57%
Pico	34%	30%
Bomba motor	23%	8%
Rastrillo	13%	27%
Motoguadaña	8%	3%
Aspiradora	0	7%

El área promedio de las UPAs es 10,73 ha para El Carmen y 8,96 ha para La Maná. Manteniendo una dispersión sobre la media de 13,75 para El Carmen y 10,28 para el grupo de La Maná. Observándose que el grupo de El Carmen posee más concentración de tierras que La Maná.

Respecto a las hectáreas dedicadas al cultivo de musas, estas son muy similares (4,66 ha en El Carmen y 4,74 ha en la Maná), observando además una dispersión muy similar (4,24 en El Carmen y 4,27 en La Maná). Esto refleja que a pesar de que El Carmen tiene mayor número de hectáreas, la proporción dedicada a siembra de *Musas* es muy equivalente en ambas zonas.

A través de los ingresos por Ha, se nota que El Carmen logra un rendimiento de 2328,46 USD sobre los 1222,51 de La Maná, pese a que La Maná incurre en un mejor manejo del racimo (enfunde igual a 201,61 USD contra 157,28 USD en El Carmen) y mayores gastos en el cultivo.

Además, La Maná incurre en más costos de cosecha que El Carmen (237,86 a 219,16 en El Carmen). El Transporte de la fruta también es inferior en El Carmen

(138.56 a 268,15 en La Maná). Lo cual es producto de que en El Carmen existe mejor infraestructura vial que en La Maná.

Tabla 6: Aspectos relacionados al cultivo de *Musas spp.* USD

Manejo del Cultivo <i>Musas spp.</i>	EL Carmen (N = 62)		La Mana (N = 60)	
	Media	Desv. Típica	Media	Desv. Típica
Área Total Ha	10,73	13,75	8,96	10,28
Área de Musas Ha	4,66	4,24	4,74	4,27
Deshoje USD/ha	120,78	171,69	107,28	123,82
Deshije USD/ha	30,96	33,78	43,73	44,25
Deschante USD/ha	68,64	189,73	61,25	53,16
Enfunde USD/ha	157,28	237,68	201,61	224,39
Roza USD/ha	94,42	143,74	16,57	15,48
Aplicación de Herbicidas USD/ha	28,29	68,86	22,2	24,28
Otros Químicos USD/ha	14,11	14,29	19,16	22,42
Costo Cosecha USD/ha	219,16	347,96	237,86	331,39
Destalle USD/ha	79,47	130,35	42,05	42,41
Resiembra USD/ha	13,55	17,22	9,23	5,86
Labores Eventuales USD/ha	79,84	123,05	95,07	115,06
Corbatín USD/ha	23,16	10,80	53,43	70,64
Costos de Transporte USD/ha	138,56	168,17	268,15	491,74
Ingresos Totales USD	11327,85	14049,87	4937,21	5155,41
Ingresos USD/ha	2328,46	1644,87	1222,51	1451,49

La Tabla 7 muestra los cultivares utilizados en la zona de estudio. En el sector El Carmen, se encontró ocho cultivares, siendo los más sembrados el Barraganete (3,84 ha) y El Maqueño Verde (1,01 ha). Mientras que en La Maná se encontraron doce cultivares. Presentándose como el sector de mayor biodiversidad. Siendo el Orito (2,73 ha), el Dominico Hartón (1,37 ha) y el Morado (0,92 ha) los más representativos de la zona.

Tabla 7: Cultivares Encontrados en la Zona de estudio

Cultivares Encontrados en La Zona de Estudios	EL Carmen (N = 62)		La Mana (N = 60)	
	Media	Desv. t Típica	Media	Desv. T
BARRAGANETE	3,84	3,46	0,750	1,21
DOMINICO	0,11	0,16	0,900	1,45
DOMINICO HARTON	0,32	0,64	1,37	1,32
ORITO	0,73	1,60	2,732	4,23
BANANO COMERCIAL	0,06	0,06		
MAQUEÑO VERDE	1,01	2,30	0,106	0,15
GUINEO SEDA	0,30	0,85	0,459	1,05
GUINEO FILIPINO	0,03	0,00		
PLATANO STO DOMIMINGO			0,080	0,15
MORADO "MAQUEÑO MORADO"			0,929	1,45
DOMINICO MEJORADO			0,010	
LIMEÑO			1,55	2,05
GUINEO de JARDIN o ENANO			0,451	0,64
PLATANILLON			,003	

Por último, es necesario dar a conocer, los niveles de biodiversidad que poseen las zonas a nivel individual o UPA, esto se lo refleja a través del índice de Shannon, como se le ve a continuación:

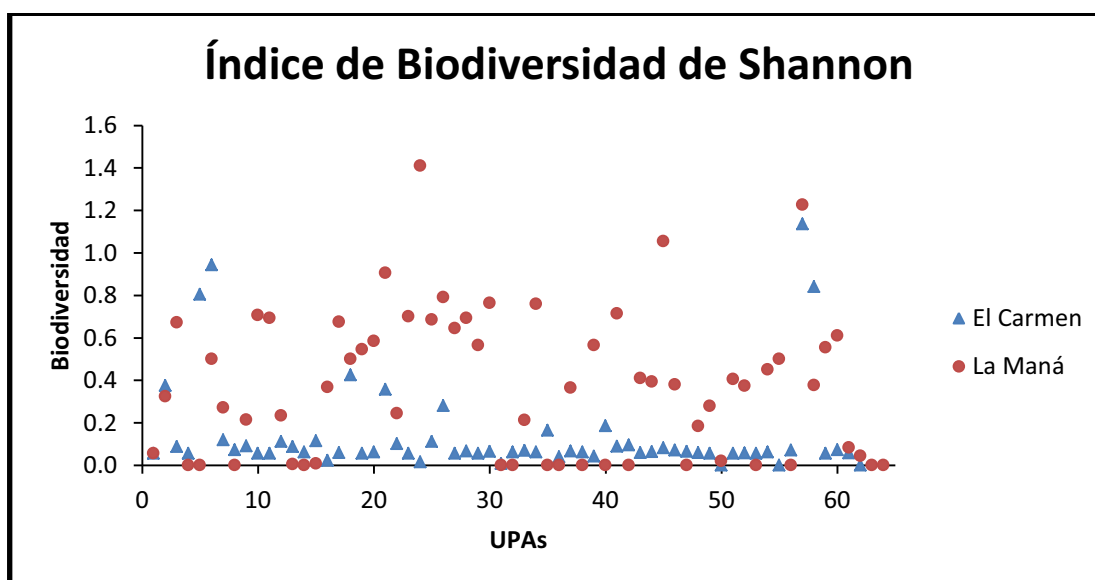


Figura 4-1: Índice de Biodiversidad de Shannon

Recordando el índice de Shannon, mientras más grande es este, existe mayor biodiversidad, se puede apreciar que La Maná posee mayores índices de biodiversidad. Mientras que en El Carmen, la gran mayoría tiende al monocultivo.

Por otro lado, en la zona de La Maná se encuentra, el pequeño grupo de UPAs con una sola variedad.

4.1.2 EL ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES

Con la ayuda del software XLSTAT 2011 se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 8: Valores propios y porcentajes de inercia

	Valor propio	Inercia (%)	% acumulado	Inercia ajustada	Inercia ajustada (%)	% acumulado
F1	0,21953043	12,2430434	12,2430434	0,03673222	52,520789	52,520789
F2	0,11892981	6,63262379	18,8756672	0,00764978	10,9378739	63,458663
F3	0,09754575	5,44005172	24,3157189	0,00426608	6,09976606	69,5584291
F4	0,07533407	4,20132339	28,5170423	0,00179016	2,55962344	72,1180525
F5	0,06931251	3,8655052	32,3825475	0,00130131	1,86064984	73,9787023
F6	0,0671955	3,74744116	36,1299887	0,00114793	1,64133703	75,6200394

El modelo dio una inercia total de 1,793, esta no tiene interpretación estadística ya que depende mucho del número de modalidades y observaciones. Con los dos primeros factores, se logra explicar el 63,45%. La tabla disyuntiva, la tabla de Burt y la matriz de las contribuciones, se encuentran en los anexos del CD, debido a que se dispone de muchas modalidades, que hacen no factible, el presentarlas en esta sección.

Tabla 9: Contribuciones $CTA_{\alpha}(J_{\lambda})$ mejor explicadas

Variables	Significado	CTA(F1)	Variables	CTA(F2)
Suel-E	Calidad del Suelo E	0,11099111	Herr-4	0,20081012
Herr-4	Herramientas	0,10420861	AM-4	0,16802051
Barr-si	Barraganete	0,10105236	AT-4	0,10001219
Biod-4	Biodiversidad	0,0861779	tlfno-si	0,05419271
Orito-si	Orito	0,07427934	Mora-si	0,04526868
Mora-si	Morado	0,06477347	Biod-4	0,04149999
Agu-4	Acceso al Agua	0,06415592	Corba-si	0,03848087
Ingresos-4	Ingresos/Ha	0,05524917	Suel-E	0,03470499
Dom-si	Dominico	0,05327948	Dom-si	0,03103816
Ins-si	Insecticidas	0,04617144	Fert-si	0,03013395

Las variables que se ven mejor representadas en la coordenada F1 son, el tipo suelo, el nivel de herramientas para el buen manejo del cultivo, el nivel de biodiversidad, y los cultivares de Barraganete, orito, morado, el tipo de agua y el nivel de ingresos. En las coordenadas de F2 se tiene las variables que más contribuyen a la explicación del modelo son herramientas, área total y área sembrada con musas, teléfono, morado, biodiversidad, Corbatín, tipo de suelo, dominico y fertiliza. Estas variables serán el punto de partida para el análisis en cada uno de los aspectos de la UPA.

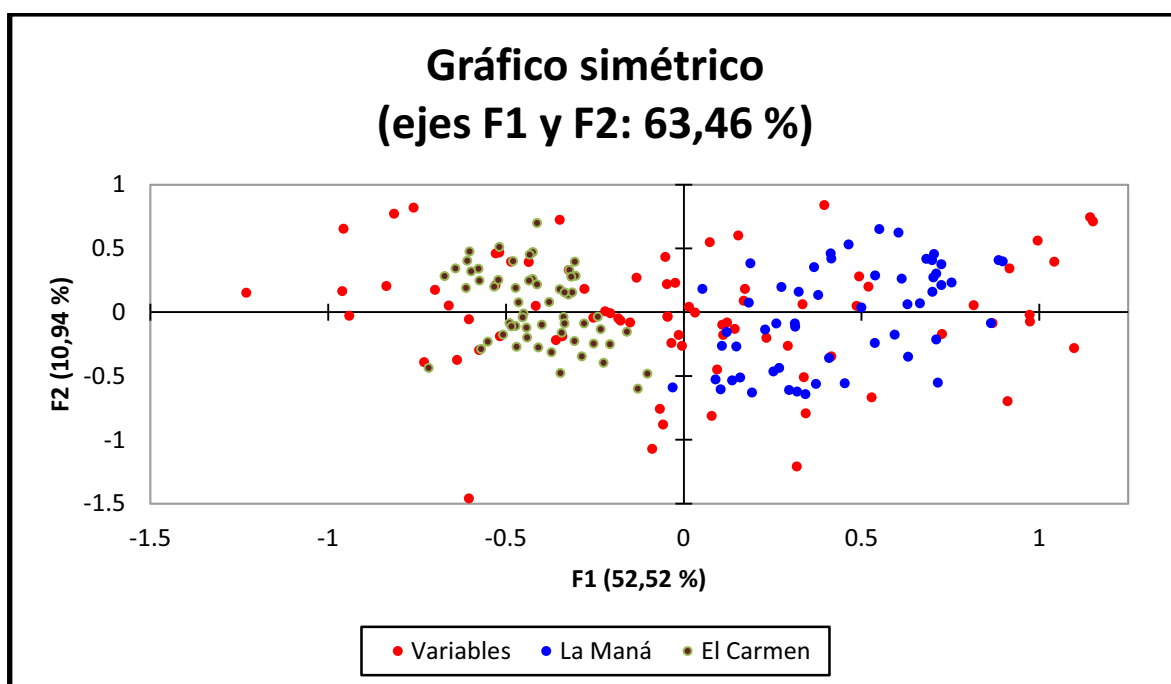


Figura 4-2: Representación de los individuos de La Maná y El Carmen en el Plano

barraganete. Ambos grupos comparten el hecho de poseer agricultores por lo general jóvenes (EJ-1) con edad comprendida entre los 25 y 43 años. El suelo del sector La Maná es de calidad (Suel-A).

4.1.2.1.1 Grupo Uno

Los dueños de este tipo de UPAs se caracterizan porque la mayoría de agricultores poseen edad comprendida entre 43 y 53 años (EJ-3). Las UPAs son tamaño menor a 3 ha (AT-1), y un área de cultivo de musas menor a 2,1 ha. La vivienda se considera regular (Vivi-2). El agua, la obtienen de ríos, esteros o acantilados (Agua-3).

El cultivo de barraganete, se lo mezcla por lo general con dominico (Dom-si), esta variedad es muy utilizada para el propio consumo de la familia dentro de cocidos por su buen sabor. La edad de los cultivos está comprendida entre 11,97 y 20 años (EdadC-3). El nivel de tecnificación va acorde al tamaño de la parcela (Herra-2: valoradas entre 362 USD y 494 USD).

Estos agricultores perciben que su cultivo ha perdido resistencia a plagas en el tiempo (Resistencia-2: menor resistencia), por lo que utilizan herbicidas e insecticidas (Herb-si, Ins-si), este uso de agroquímicos, hace que el suelo característico de este grupo sea tipo C (suel-C), es decir más degradado que el suelo característico de El Carmen que es tipo A.

Pese al tamaño de la finca, y los problemas de pérdida de resistencia de cultivo, la presión que ejerce el químico en el suelo y el poco conocimiento de actividades culturales (ReC-si), hace que los ingresos/ha oscilen entre 1223,43 y 2695,88 USD (ingresos-3), lo cual es muy significativo.

Por último dentro de este grupo existe un pequeño grupo de UPAs más grande (comprendido entre 3 y cinco ha) y que siembran musas en un área de 2,1 a 4 ha.

4.1.2.1.2 Grupo Dos

Este grupo de producción se caracteriza porque a más de sembrar barraganete, el maqueño verde ocupa un lugar importante en su estrategia de siembra. Este cultivo es muy utilizado con fines comerciales, enfocado a la industria de snacks (chifles).

El hecho de ser proveedores a las industrias, hace que reciban capacitación (Cap-si) por parte de interesados en comprarles el producto, esto justifica el buen manejo de cultivo y los niveles ingresos logrados en este sector (Ingresos-4: ingresos mayores a 2695,88 USD).

Los cultivos son de edad mayor a 10,75 años, los agricultores contemplan una larga trayectoria en el manejo de plátano, lo cual se refleja, mediante la asociación con actividades de manejo cultural como son: pelar el cormo antes de sembrar (PelCormo-si) para que la planta sea menos susceptible a patógenos, y el repique del cormo (ReC-si) el cual permite a la nueva planta absorber más rápido los nutrientes que se hallan en el tallo de la planta madre que ya dio fruto; además que con el “repique de cormo” se evita la incidencia del picudo negro.

En este sector le brindan a la planta fertilización (fert-si), lo cual facilita a la planta los nutrientes necesarios para que dé frutos más grandes.

La calidad del suelo se califica como buena (suel-B); es decir, no se distancia mucho del suelo característico de El Carmen (suel-A), esto es producto del buen manejo de cultivo artesanal, y el poco uso de insecticidas y herbicidas, ya que este sector es opuesto al sector uno en estas dos características (insecticidas y herbicidas, solo se reconocen con F1).

La tenencia de la tierra en este sector, está dentro del intervalo]5;10,75] hectáreas, y el área dedicada a musas es de cuatro a siete ha, lo que refleja la importancia del barraganete y el maqueño verde para estas familias.

La edad característica de los jefes de hogar está comprendida entre 43 y 53,5 años, es decir son agricultores con experiencia, y que, por lo general, tienen acceso a recursos para hacer frente a cualquier eventualidad. Estos agricultores están vinculados con el sector externo (tlfno-si).

El nivel de educación de los jefes de hogar es bachiller (Edu-3), además dentro de este sector también se identifica un pequeño grupo con educación superior (Edu-4).

La vivienda se la califica como buena (Vivi-1), esto significa que posee adecuada infraestructura para vivir; el agua la obtienen de pozos, para lo cual utilizan bombas (Agua-2); además, de que su tecnificación para manejar el cultivo de musas está valorada entre 494 USD y 1684 USD (Herra-3), es decir, dentro de este grupo se encuentran pequeños agricultores con buena tecnología de manejo de cultivo.

4.1.2.2 La Maná

El grupo de La Maná se caracteriza por cosechar más orito y morado, a través del análisis de correspondencias múltiples se identifican tres sectores, los cuales serán descritos a continuación:

4.1.2.2.1 Grupo Uno

El primer grupo abarca los individuos que poseen monocultivos. Debido a que el orito y el morado, son cultivos que están ganando espacio en el mercado, existen agricultores, que han decidido, dejar de lado la biodiversidad intraespecífica que poseían, y dedicarse solo al monocultivo de orito o morado (Dom-no, Barraganete-no).

Este es el grupo más complejo, por un lado se identifica un conjunto de agricultores que están bien tecnificados, es decir que poseen las herramientas

necesarias para realizar el manejo de cultivo (Herra-4: valoradas en precio mayor a 1684 USD) y obtener alto nivel de ingresos.

Sin embargo, hay un grupo que no logra obtener ingresos altos, su nivel de ingresos es menor a 656,63 USD (Ingresos-1), siendo los que obtienen niveles de ingresos más bajos de todo el conjunto de análisis. Esto refleja, la importancia de poseer tecnología y recursos en la presencia de monocultivo.

Otro aspecto importante, es el que tiene que ver con la calidad del suelo. Se observa que los agricultores que no tenían recursos para manejar su cultivo, poseen mejores niveles de suelo (Suel-D), que los que poseían las herramientas necesarias (Suel-E). Lo cual confirma la erosión del suelo en presencia de monocultivos intensivos en capital.

Por último, se puede decir que el grupo con escasos recursos para manejar su monocultivo, se caracteriza por poseer una vivienda en mal estado (Vivi-3), sin embargo, se identifican también con la modalidad agua potable (Agua-4), lo cual refleja que este grupo tiene acceso directo a los servicios públicos.

4.1.2.2.2 Grupo Dos

En segundo lugar, se tiene el sector agrícola con mayor biodiversidad (Biod-4: Índice de Shannon mayor a 0,43). A más de sembrar Orito y Morado, se identifican con el cultivar dominico hartón (Hart-si) como los principales cultivos, el cultivar hartón se lo utiliza para autoconsumo en cocidos, a diferencia del Orito y El Morado que se utilizan a modo de postre; con esto se puede decir que este sector destina un porcentaje de su producción para su familia o cría de animales. La edad de los cultivos, es inferior a 7 años (EdadC-1).

Se trata de un sector de escasos recursos (Herra-1), sus bienes de capital para el manejo de musas está valorado a una cuantía menor que 362 USD. Se lo puede calificar como un sector desprotegido. Al estar asociados a la modalidad (Cap-no),

se trata de agricultores que no reciben capacitaciones por parte de alguna entidad.

Al no recibir capacitación alguna, tienen poco conocimiento sobre manejo de cultivo, por ejemplo, se desconoce de la importancia de la fertilización (Fert-no). Además de ciertas actividades culturales como el repique de corno (ReC-no) o corbatín (Corba-no).

El nivel de educación de este tipo de agricultores es escolar (Edu-2), o simplemente no han recibido educación (Edu-1), su vivienda se la califica como regular (Vivi-2); el agua puede ser potable (Agu-4) o provenir de ríos, esteros o acantilados (Agu-3), carecen de teléfono para la comunicación con el exterior, el área de sus fincas es inferior a 4 ha (AM-1 y AM-2).

Por otro lado, el suelo de este grupo califica como E (suel-E), propio de la zona de La Maná. Pese a no recibir capacitación alguna y a realizar un mal manejo de su cultivo, el nivel de ingresos por hectárea que perciben es considerablemente bueno; oscila entre 656,63 USD y 1223,43 USD (Ingr-2), precisamente por los altos niveles de biodiversidad que poseen.

4.1.2.2.3 Grupo Tres

Por último, se tiene un grupo con altos niveles de biodiversidad (Biod-3: Índice de Shannon entre 0,18 y 0,43), además son los que poseen las UPAs más grandes, (10,75 ha (AT-4)). Es el grupo que posee también, mayor número de área sembrada de musas posee (mayor a 7 ha), (AM-4). Consiguientemente, este grupo también es uno de los más tecnificados (Herra-4), es decir, posee la mayoría de las herramientas necesarias para lograr un buen manejo del cultivo.

La edad de estos cultivos está comprendida entre 6,75 años y 11,97 años, lo que refleja la trayectoria de estos agricultores en el cultivo de plátano y banano.

Realizan un buen manejo del cultivo. Con este grupo se identifican, deshoje (desho-si), deshije (deshi-si), además de que también realizan el enfunde (Enfu-si) para incrementar el grosor del fruto y protegerlo de insectos. El enfunde también es sinónimo de que su producción está destinada a la exportación.

Este grupo además se caracteriza porque el uso de herbicidas e insecticidas es muy escaso (Herbi-no e Ins-no). Este hecho reafirma que los sectores con mayor índice de biodiversidad, son los que menos agroquímicos utilizan. Pudiendo ser la biodiversidad, la base para avanzar hacia el cultivo orgánico.

Por otro lado, este grupo está asociado a una mayor resistencia a plagas y enfermedades (resistencia-1), lo cual es atribuido a sus altos niveles de biodiversidad y a las actividades culturales realizadas. Así, para que un cultivo con altos niveles de biodiversidad sea más resistente a plagas o enfermedades, se le debe brindar el soporte humano; la mayor resistencia a plagas solo es posible si el cultivo cuenta con el apoyo de un buen manejo cultural de plagas.

Respecto a las condiciones de la vivienda, se asume que ésta es adecuada para vivir, ya que el eje positivo de F2 atribuye al primer y segundo eje las mejores condiciones para coexistir. Respecto a la edad, de izquierda a derecha en el eje F1 se ubican los agricultores de edad joven a edad adulta, notando que los agricultores de esta zona van asociados a una edad comprendida entre 43 y 53,5 años (Ej-2). Por último a este grupo se asocia directamente la modalidad (tlfno-si), lo que refleja que poseen una buena comunicación y están conectados con el exterior.

4.2 FACTORES AGROSOCIOECONÓMICOS QUE INCIDEN EN LA ADOPCIÓN DE ESTRATEGIAS DE USO DE LOS CULTIVARES *Musa spp.*

4.2.1 FACTORES SOCIOECONÓMICOS QUE INCIDEN EN LAS ESTRATEGIAS DE USO DE LOS CULTIVARES *Musa spp.*

Para analizar este tipo de factores, se realizó un análisis factorial de correspondencias (AFC). Así con la ayuda del programa XLSTAT 2011 se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 10: Test de independencia entre Filas y Columnas

Chi-cuadrado (Valor observado)	1367,667
Chi-cuadrado (Valor crítico)	290,028
GDL	252
p-valor	< 0,0001
Alfa	0,05

Con esta prueba de hipótesis se contrasta la hipótesis nula H_0 : Todas las filas y columnas de la tabla son independientes, versus H_a : Hay una dependencia entre las columnas y las filas de la tabla. Como el p-valor computado es menor que 0,05, se acepta la hipótesis alternativa (H_a). El riesgo de rechazar H_0 es menor que 0,01%.

Tabla 11: Valores propios y porcentajes de Inercia

	Valor propio	Inercia (%)	% acumulado
F1	0,27427812	43,47806449	43,4780645
F2	0,21157179	33,53797141	77,0160359
F3	0,04568567	7,242008544	84,2580444
F4	0,02577507	4,08581725	88,3438617
F5	0,0231216	3,665194134	92,0090558

La inercia total equivale a 0,631, a través de la utilización de dos factores se va a explicar el 77,01% de la inercia total.

Tabla 12: Pesos, distancias y distancias cuadradas al origen, inercias e inercias relativas para los perfiles fila

	Peso (relativo)	Distancia	Distancia ²	Inercia	Inercia relativa
FHIA DOMINICO	0,003	7,379	54,451	0,15070	0,239
BARRAGANETE	0,182	0,726	0,527	0,09606	0,152
PLATANILLÓN	0,003	5,021	25,215	0,06978	0,111
GUINEO SEDA	0,184	0,583	0,340	0,06254	0,099
ORITO	0,109	0,702	0,492	0,05381	0,085
DOMINICO	0,249	0,427	0,183	0,04546	0,072
PLATANO STO					
DOMINGO	0,006	2,673	7,148	0,03956	0,063
MAQUEÑO VERDE	0,054	0,783	0,613	0,03283	0,052
DOMINICO HARTON	0,125	0,408	0,166	0,02073	0,033
MORADO	0,069	0,476	0,227	0,01569	0,025
GUINEO JARDIN O					
ENANO	0,005	1,753	3,074	0,01418	0,022
GUINEO FILIPINO	0,002	2,128	4,527	0,01044	0,017
BANANO COMERCIAL	0,005	1,356	1,839	0,00848	0,013
LIMEÑO	0,004	1,200	1,441	0,00532	0,008
DOMINICO MEJORADO	0,002	1,689	2,853	0,00526	0,008

La tabla anterior muestra que los cultivares que mejor explican la inercia son FHIA dominico, Barraganete, Platanillón, Guineo seda, y Orito. Los Cultivares menos contribuyen a explicar la inercia son Limeño y Dominico mejorado, banano comercial y guineo filipino debido a que se encontraban solo en dos o tres fincas.

Tabla 13: Pesos, distancias y distancias cuadradas al origen, inercias e inercias relativas, para los perfiles columna

		Peso			Inercia	
		(relativo)	Distancia	Distancia ²	Inercia	relativa
Ccur	Curiosidad	0,005	7,454	55,567	0,256	0,406
A4	Área	0,059	1,116	1,245	0,073	0,116
Ccon	Consumo	0,125	0,611	0,373	0,047	0,074
DA	Autoconsumo	0,093	0,618	0,383	0,036	0,056
	Alta					
Cpr	Producción	0,052	0,758	0,574	0,030	0,047
A1	Área	0,060	0,700	0,490	0,030	0,047
Csabor	Sabor	0,042	0,790	0,624	0,026	0,041
DV	Para Venta	0,113	0,435	0,189	0,021	0,034
	fines					
Cfc	comerciales	0,114	0,395	0,156	0,018	0,028
	Alimentación					
Caa	de animales	0,015	1,067	1,139	0,017	0,027
	Pensando en					
CMKD	mercado	0,012	1,157	1,339	0,016	0,025
A2	Área	0,041	0,561	0,315	0,013	0,020
E1	Edad	0,050	0,450	0,203	0,010	0,016
E4	Edad	0,029	0,570	0,325	0,009	0,015
Ctra	Tradición	0,029	0,527	0,278	0,008	0,013
A3	Área	0,042	0,413	0,170	0,007	0,011
E2	Edad	0,059	0,330	0,109	0,006	0,010
E3	Edad	0,056	0,278	0,077	0,004	0,007
CENF	Enfermedades	0,004	0,899	0,808	0,003	0,005

Las variables que explican mejor la inercia en el perfil columna son, siembra determinado cultivar por curiosidad (Ccur). Por el lado de participación porcentual del cultivar en la parcela, (A4) es el que mejor explica la inercia, y también la variable siembra determinado cultivar pensando en el propio consumo (Ccon). Las variables que menos contribuyen a la inercia son, área sembrada (A3), la edad del cultivo (E2 y E3) y la variable referente a siembra determinado cultivar pensando en la resistencia a enfermedades (CENF).

Tabla 14: Contribuciones Fila

	Peso		
	(relativo)	F1	F2
BARRAGANETE	0,182	0,072	0,318
GUINEO SEDA	0,184	0,022	0,215
ORITO	0,109	0,032	0,148
DOMINICO	0,249	0,001	0,110
FHIA DOMINICO	0,003	0,482	0,079
MAQUEÑO VERDE	0,054	0,007	0,071
PLATANILLÓN	0,003	0,229	0,025
PLATANO STO DOMINGO	0,006	0,118	0,012
GUINEO JARDIN O ENANO	0,005	0,029	0,011
BANANO COMERCIAL	0,005	0,000	0,004
DOMINICO HARTON	0,125	0,007	0,003
GUINEO FILIPINO	0,002	0,000	0,002
DOMINICO MEJORADO	0,002	0,000	0,001
MORADO	0,069	0,000	0,000
LIMEÑO	0,004	0,000	0,000

Los cultivares que mejor se ven representados en el eje F1 son: FHIA dominico, platanillón, plátano Sto. Domingo y barraganete. Las que no se ven representadas por el eje F1 son: banano comercial, guineo filipino, dominico mejorado, limeño y morado. En el eje F2 los cultivares que se ven mejor representados son: barraganete, guineo seda, orito y dominico. Mientras las que menos se ven representadas en el eje F2 son: guineo filipino, dominico mejorado, morado y limeño.

Tabla 15: Contribuciones columna

	Peso (relativo)				Peso (relativo)		
	F1	F2	F1		F2		
E1	0,050	0,000	0,009	Cfc	0,114	0,016	0,045
E2	0,059	0,000	0,004	Cpr	0,052	0,020	0,083
E3	0,056	0,001	0,000	Ccon	0,125	0,002	0,153
E4	0,029	0,004	0,005	Csabor	0,042	0,001	0,058
A1	0,060	0,023	0,052	Ctra	0,029	0,001	0,000
A2	0,041	0,000	0,024	Caa	0,015	0,001	0,015
A3	0,042	0,002	0,000	Ccur	0,005	0,823	0,143
A4	0,059	0,045	0,229	CMKD	0,012	0,002	0,004
DV	0,113	0,019	0,067	CENF	0,004	0,000	0,000
DA	0,093	0,041	0,106				

Las variables mejor representadas en el eje F1 son, siembra por curiosidad (Ccur), DA, destina gran parte de su producción al autoconsumo, y referente a la participación porcentual del cultivar en la parcela se tiene a A4 y A1. Mientras que las variables que se ven menos representadas en el eje F1 son: CENF (Siembra pensando en resistencia a enfermedades), E2 (Edad del cultivo 2), A2 (posición porcentual del cultivar con relación a la parcela) y E1 (edad 1).

En el eje F2, las variables que se ven mejor representadas son A4 (el cultivo ocupa una proporción mayor al 50% de la parcela), Ccon (Siembra con el criterio de consumir), siembra por curiosidad (CcurDA), y destino de la producción al autoconsumo (DA). Mientras que las variable que no se ven representadas en F2 son: CENF (siembro con el criterio de resistencia a enfermedades), A3 (Área del cultivo 4), Ctra (siembro por tradición), E3 (Edad del cultivo 3).

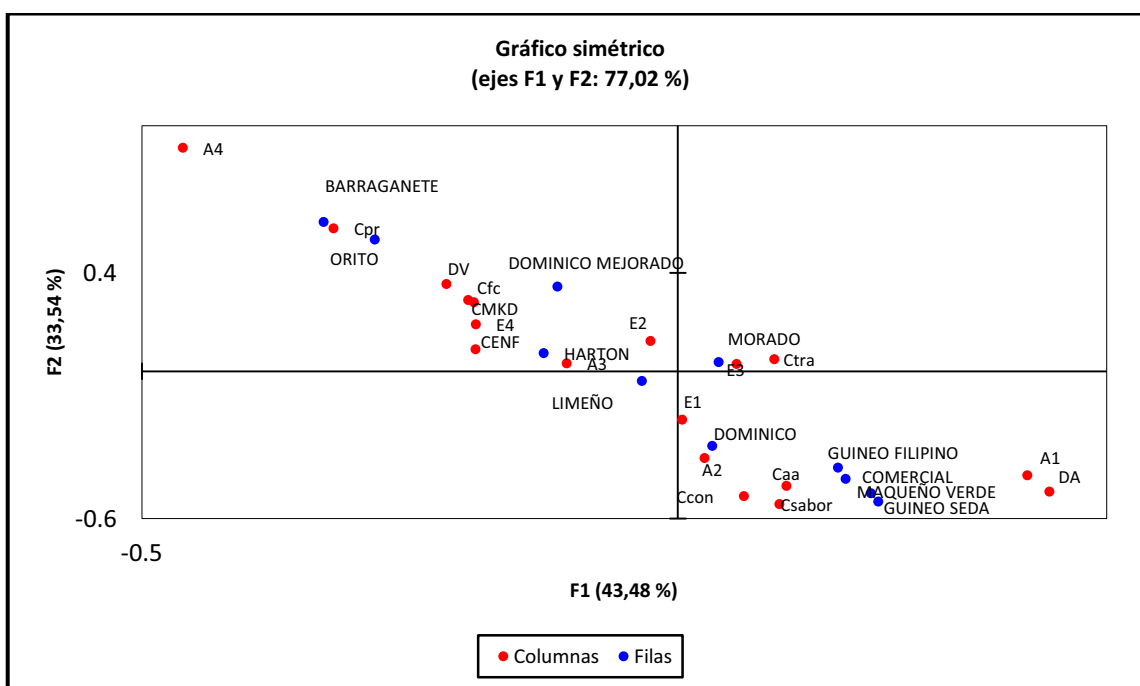


Figura 4-4: Motivos de siembra de los cultivares mejor representados

Los cultivares Barraganete, orito, Dominicico mejorado y dominicico hartón, son los que tienen mayor representación proporcional dentro de la parcela (A4: > 50% de participación dentro la parcela y A3: > 10% pero menor o igual a 50%). Estos cultivos además son los de edad más adulta E4 (mayor a veinte años), en el caso

del dominico mejorado y hartón, estos poseen edad más joven ($4 < E2 \leq 10$), además de sembrarse con fines comerciales (Cfc), pensando en los altos rendimientos que se logra conseguir de ellos (Cpr), y obviamente en el mercado (CMKD) objetivo al cual se dirige el producto. Por un lado el barraganete, dominico hartón y el orito son productos destinados a la exportación, mientras que el Dominico se le utiliza para consumo dentro del país.

Todo el producto se destina para la venta (DV), por tanto la presentación del producto es importante, lo que hace que el agricultor también piense al momento de sembrar en que el cultivar sea resistente a enfermedades (CENF).

El cultivar limeño, que no se relaciona directamente con ningún cultivar, sin embargo es un cultivar que también se destina para la venta, su fruto es muy utilizado para cocidos, con utilidad similar a la del barraganete, es un cultivo de edad menor a tres años, representa un porcentaje menor al 10% de la finca (A2).

Por otro lado se tiene el cultivar Morado, un cultivo tradicional, es decir que ha ido sembrándose por las generaciones pasadas del sector La Maná. La edad de este cultivo comprende de 10 a 20 años (E3).

Los cultivares dominico, banano comercial, guineo filipino, guineo seda y maqueño verde, fueron sembrados a inicios pensando en la mantención de la finca. Su principal destino es el autoconsumo (DA). Y se siembra en pequeñas cantidades, la mayoría un porcentaje menor al 10% de la parcela (A2). Estos cultivos se los sembró pensando en el sabor que tenían, por tanto en el autoconsumo (Ccon) propio y la alimentación de los animales (Caa).

El banano comercial (Cavendish), es sembrado en pequeñas cantidades, por su sabor y para la alimentación de animales o autoconsumo. Esto se debe a los requerimientos de este producto para poderse vender como producto de exportación. Además, de que los precios deben ser competitivos al tratarse de productos que se siembran a gran escala. Pudiendo rescatar también que estos

agricultores no se encuentran dentro del círculo bananero (Los Ríos, el Oro y Guayaquil) y por tanto no están afiliados a empresas bananeras.

El guineo filipino y Guineo seda son productos que igualmente se los mantiene en las fincas por su exquisito sabor, en el caso del guineo seda (Gros Michel), se trata de un cultivar que tuvo su auge en la época del auge bananero, quizás eso influye también para que existan pequeñas cantidades en las fincas.

El maqueño verde y el dominico, se sembraron igualmente preocupados por el abastecimiento de la finca y la familia, El dominico al ser un producto de la dieta diaria de los habitantes de la Costa, tendrá siempre acogida en el mercado (como se ve está alejado del grupo); mientras que el maqueño es un producto comercial para las fábricas de snacks que recién se está formando mercado.

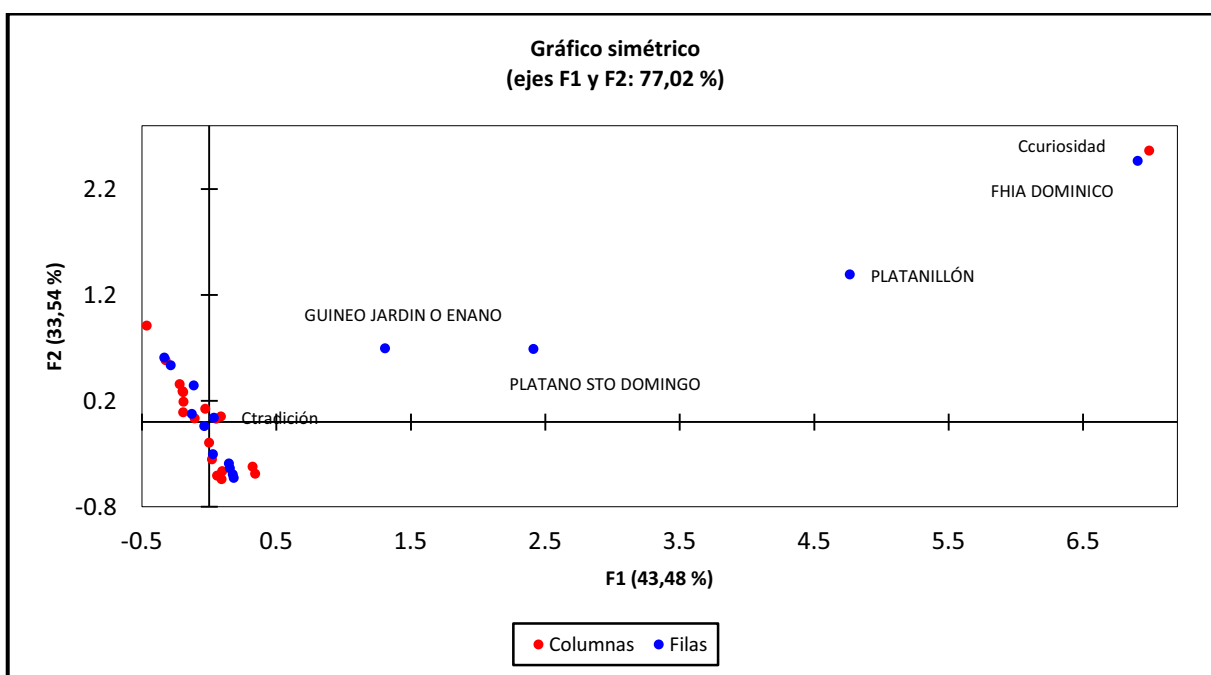


Figura 4-5: Representación de los cultivares que se siembran por curiosidad

Por último, FHIA dominico y Platanillón, se siembran solo por curiosidad, al igual que el guineo de jardín (Enano) y el plátano Santo Domingo. Sin embargo estos dos últimos cultivares también se relacionan con el factor tradición. Estas variedades se destinan igualmente para autoconsumo, pero, no se las toma tan

enserio como los otros cultivares destinados al autoconsumo, y esta falta de promoción del producto hace que vayan desapareciendo a nivel *in situ* ocasionado cada vez más erosión genética.

4.2.2 FACTORES AGRONÓMICOS QUE PODRÍAN INCIDIR EN LAS ESTRATEGIAS DE USO DE DETERMINADO CULTIVAR DE *Musa spp.*

En la presente sección se procede a analizar el ¿cómo? los agricultores entienden la resistencia de cada cultivar con respecto a las distintas enfermedades encontradas en dichas plantas. La finalidad de esto, es dar a conocer las fortalezas y debilidades de la planta, de este modo tener una idea más amplia del porqué estas variedades se las usa o se las ha dejado de utilizar.

Cabe recalcar que este estudio analiza las variedades de manera aislada. Sin embargo los datos fueron tomados de distintas parcelas, con distintos niveles de biodiversidad. Es la experiencia conjunta de todos los agricultores, la que da como resultado este análisis. Por tanto individualmente (monocultivo) estos resultados podrían diferir de los realizados aisladamente en ensayos.

Para esto se realizó un AFC, así, con la ayuda del programa XLSTAT 2011 se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 16: Test de independencia entre filas y columnas

Chi-cuadrado (Valor observado)	536,543
Chi-cuadrado (Valor crítico)	179,581
GDL	150
p-valor	< 0,0001
alfa	0,05

A través de la prueba Chi-cuadrado, con un p-valor menor que 0,05; se comprueba la existencia de una estrecha relación entre filas y columnas, en otras palabras, se acepta la hipótesis H_a : hay una dependencia entre columnas y filas de la tabla donde se realizó el AFC.

Tabla 17: Valores propios y porcentajes de inercia

	Valor propio	Inercia (%)	% acumulado
F1	0.33828743	53.528957	53.528957
F2	0.13059387	20.664538	74.193495
F3	0.05326337	8.42813569	82.6216307
F4	0.03607613	5.70851151	88.3301422
F5	0.02642377	4.1811691	92.5113113

La inercia total es de 0,632. A través de la utilización de dos factores (F1 y F2) se logra explicar el 74,19% de la inercia total.

Tabla 18: Pesos, distancias y distancias cuadradas al origen, inercias e inercias relativas, para los perfiles fila

	Peso (relativo)	Distancia	Distancia ²	Inercia	Inercia relativa
Dominico Maqueño verde	0,276	0,760	0,577	0,15911	0,252
Barraganete	0,243	0,595	0,354	0,08599	0,136
Morado	0,041	1,216	1,479	0,06096	0,096
Guineo	0,158	0,619	0,384	0,06056	0,096
Orito	0,084	0,829	0,688	0,05751	0,091
G. Jardín Plátano Sto.	0,002	3,237	10,481	0,02469	0,039
Domingo	0,006	1,894	3,588	0,02113	0,033
Dominico	0,127	0,404	0,163	0,02074	0,033
Domingo mejorado	0,002	2,556	6,531	0,01538	0,024
G. Filipino	0,005	1,645	2,707	0,01275	0,020

Los cultivares que más contribuyen a explicar la inercia relativa son dominico (25,2%), maqueño verde (17,9%), barraganete (13,6%) y morado (0,096%). Por otro lado las variedades que menos contribuyen son, plátano santo domingo (3,3%), Hartón (3,3%), dominico mejorado (2,4%) y guineo filipino (2%).

Tabla 19: Pesos, distancias y distancias cuadradas al origen, inercias e inercias relativas, para los perfiles columna

		Peso (relativo)	Distancia	Distancia ²	Inercia	Inercia relativa
SigMu	Sigatoka Mucho	0,100	0,877	0,770	0,077	0,122
PicNA	Picudo No afecta	0,034	1,497	2,242	0,077	0,121
SigNA	Sigatoka No Afect	0,060	1,022	1,045	0,063	0,099
HormNA	Hormiga No afect	0,008	2,614	6,833	0,056	0,089
PicMu	Picudo Afecta Mu	0,079	0,788	0,621	0,049	0,078
NemNA	Nematodo No Afe	0,015	1,698	2,883	0,044	0,070
PicMe	Picudo Media	0,133	0,571	0,326	0,043	0,069
NemP	Nematodo Poco	0,039	0,968	0,937	0,036	0,058
PicP	Picudo Poco	0,074	0,680	0,463	0,034	0,054
SigP	Sigatoka Poco	0,124	0,518	0,268	0,033	0,052
HormP	Hormiga Poco	0,039	0,835	0,697	0,027	0,043
	Nematodo					
NemMu	Mucho	0,051	0,704	0,495	0,025	0,040
SigMe	Sigatoka medio	0,090	0,523	0,273	0,024	0,039
NemMe	Nematodo Medio	0,054	0,604	0,365	0,020	0,031
HormMu	Hormiga Mucho	0,033	0,649	0,421	0,014	0,022
HormMe	Hormiga Medio	0,067	0,354	0,126	0,008	0,013

Por el lado de las enfermedades las categorías que más contribuyen a explicar al inercia son, mucha vulnerabilidad a la Sigatoka negra (SigMU) con 12,2%, el daño del picudo negro es ínfimo o no afecta (picNA) con 12,1% de la inercia total, mucha resistencia a la Sigatoka negra (SigNA) 9,9% y mucha resistencia a la hormiga o patilla (HormNA) 8,9%. Mientras que las categorías que menos influyen son afectación media de Sigatoka (SigMe) con un 3,9%, afectación media a nematodos (NemMe) 3,1%, mucha afectación de hormiga o patilla (HorMu) con un 2,2%, y afectación media de hormiga o patilla (HormMe) con un 1,3%.

Tabla 20: Contribuciones Fila

	Peso (relativo)	F1	F2
Barraganete	0,243	0,003	0,621
Dominico Hartón	0,127	0,017	0,005
Dominico	0,276	0,398	0,146
Dominico mejorado	0,002	0,009	0,002
Guineo de jardín	0,002	0,021	0,001
Guineo Filipino	0,005	0,000	0,003
Guineo de Seda	0,158	0,072	0,135
Maqueño verde	0,057	0,255	0,010
Morado	0,041	0,093	0,001
Orito	0,084	0,132	0,005
Plátano Sto. Domingo	0,006	0,000	0,070

Los cultivares que se ven mejor representados con el eje F1 son, dominico, maqueño verde, orito y morado. Guineo filipino y plátano Santo Domingo no se ven representadas con el eje F1. En el eje F2 se ven mejor representadas barraganete, dominico, guineo seda y plátano santo domingo. Mientras que el cultivar morado no se ve representado en el eje F2.

Tabla 21: Contribuciones columna

	Peso (relativo)	F1	F2
Nematodo no afecta	0,015	0,070	0,034
Nematodo afecta Poco	0,039	0,069	0,007
Nematodo afectación Media	0,054	0,011	0,095
Nematodo afecta Mucho	0,051	0,063	0,002
Hormiga No Afecta	0,008	0,066	0,009
Hormiga afecta Poco	0,039	0,034	0,033
Hormiga afectación Media	0,067	0,001	0,009
Hormiga afecta Mucho	0,033	0,028	0,002
Picudo No Afecta	0,034	0,158	0,093
Picudo afecta Poco	0,074	0,062	0,018
Picudo afectación Media	0,133	0,040	0,207
Picudo afecta Mucho	0,079	0,112	0,042
Sigatoka No Afecta	0,060	0,101	0,072
Sigatoka afecta Poco	0,124	0,049	0,076
Sigatoka afectación Media	0,090	0,034	0,000
Sigatoka afecta Mucho	0,100	0,102	0,299

Por el lado de las enfermedades, las que se ven mejor representadas en el eje F1 son: Picudo No Afecta y Picudo afecta Mucho, y Sigatoka No afecta y Sigatoka afecta Mucho. Las categorías que se ven menos representadas en el eje F1 son, poca afectación de hormigas (HormP), mucha afectación de patilla u hormiga (HormMu), afectación media a nematodos (NemMe) y afectación media a hormiga HormMe.

En el eje F2 las variables que se ven menos representadas son, mucha afectación de la Sigatoka Negra (SigMu), afectación media del Picudo Negro (PicMe), resistencia media a nematodos, y alta resistencia al Picudo Negro (PicNA). Las variables que se ven menos representadas son, poca afectación de nematodos (NemP), mucha afectación de nematodos (NemMu), mucha afectación de hormigas (HormMu), y afectación media de Sigatoka (SigMe)

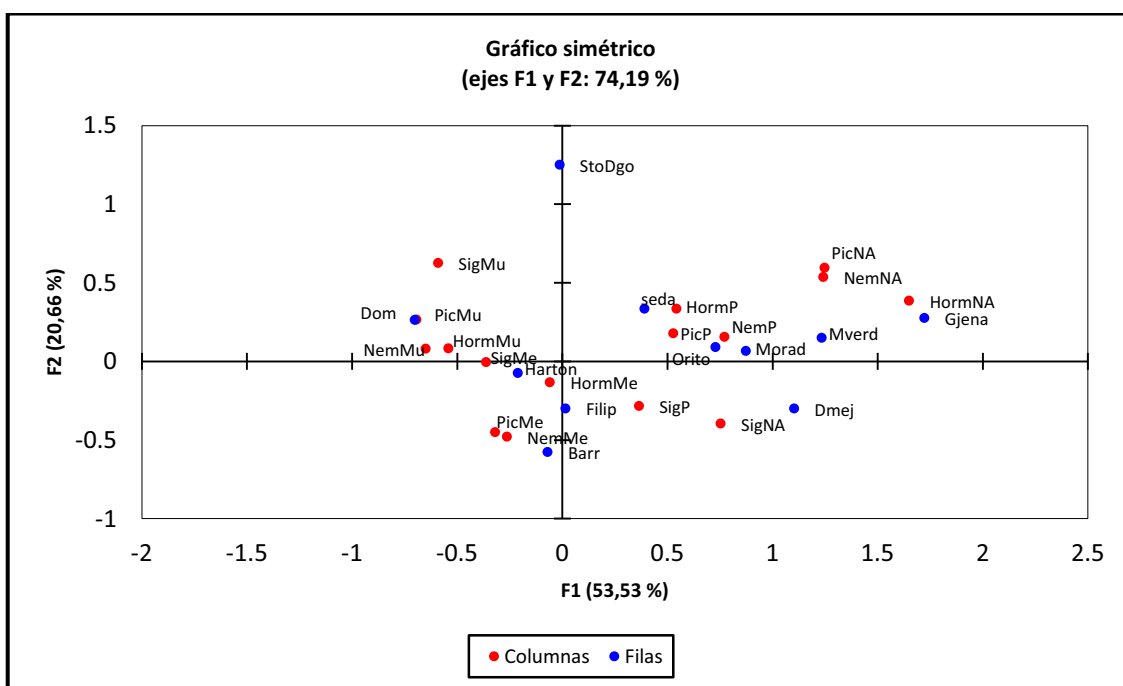


Figura 4-6: Resistencia de cultivares *Musa spp.* a enfermedades

Se tiene a la izquierda las categorías referentes a una alta afectación de plagas y enfermedades, pasando por el medio donde se encuentra afectación media y poca, hasta llegar a la derecha donde se encuentran las categorías para un cultivar resistente.

Así los agricultores identifican al cultivar dominico (Dom) como el más susceptible a la enfermedad por hongo Sigatoka Negra, al picudo negro, a los nematodos y a la patilla u hormiga. Siendo el cultivar más frágil de todos los aquí expuestos. Por su parte el plátano Santo Domingo (StoDgo) se identifica con alta incidencia a la sigatoka negra y poca incidencia de hormigas.

El barraganete y el dominico Hartón, se lo identifica como una variedad de resistencia media, sin embargo el dominico hartón se asocia más a resistencia media Sigatoka Negra y hormigas, mientras que el barraganete al picudo negro y a los nematodos. El guineo filipino también se le atribuye una resistencia media, con la excepción de que le atribuyen poca afectación de Sigatoka Negra.

Al lado opuesto del dominico “sin modificación”, se encuentra el dominico mejorado (Dmej), una variedad que ha recibido cambios genéticos en base a la biodiversidad intraespecífica. Se la puede categorizar como la variedad más resistente a la Sigatoka Negra (SigNA), la principal enfermedad y más peligrosa que puede arrasarse con el cultivo del agricultor en Ecuador. Este hecho a más de reflejar lo ya expuesto, refleja la importancia de que se preserve la riqueza genética de nuestro país y proteger la soberanía alimentaria ecuatoriana.

En el primer cuadrante, el guineo de seda, el orito y el morado, aparecen como variedades a las cuales el picudo negro, los nematodos y las hormigas le afectan poco. De estas variedades se sabe que el orito es el más resistente, de hecho existe la tendencia a hacer de este cultivo, una agricultura orgánica, es decir se lo cultiva sin agroquímicos para la exportación.

Por último el maqueño verde y guineo de jardín, son los cultivares que en presencia de picudo negro, nematodos, y hormiga, muestran una alta resistencia a estas plagas. Por el lado del guineo de jardín o enano, debido a la poca acogida que ha tenido la demanda en el mercado su producto, hace que esta variedad se la utilice más como planta ornamental, que como alimento.

4.3 IMPACTO DE LOS CULTIVARES *Musa* spp. EN EL USO DE INSUMOS DE CONTROL QUÍMICO

Debido a que no es muy común utilizar la biodiversidad intraespecífica como un insumo de valor que puede ayudar a controlar las plagas y enfermedades, y por tanto, disminuir el uso de agroquímicos, primero se observará la interacción patógeno – Biodiversidad genética dentro de las UPAS en estudio. Para realizar este análisis se utilizó el índice de Simpson, que toma el valor de uno cuando existe monocultivo y el valor cercano a cero cuando hay alta presencia de biodiversidad intraespecífica.

Este análisis se realiza para las enfermedades más comunes en las zonas de El Carmen y La Maná, y además las que han merecido mayor investigación en este sector productivo, como son la Sigatoka Negra, el Picudo Negro y los nematodos.

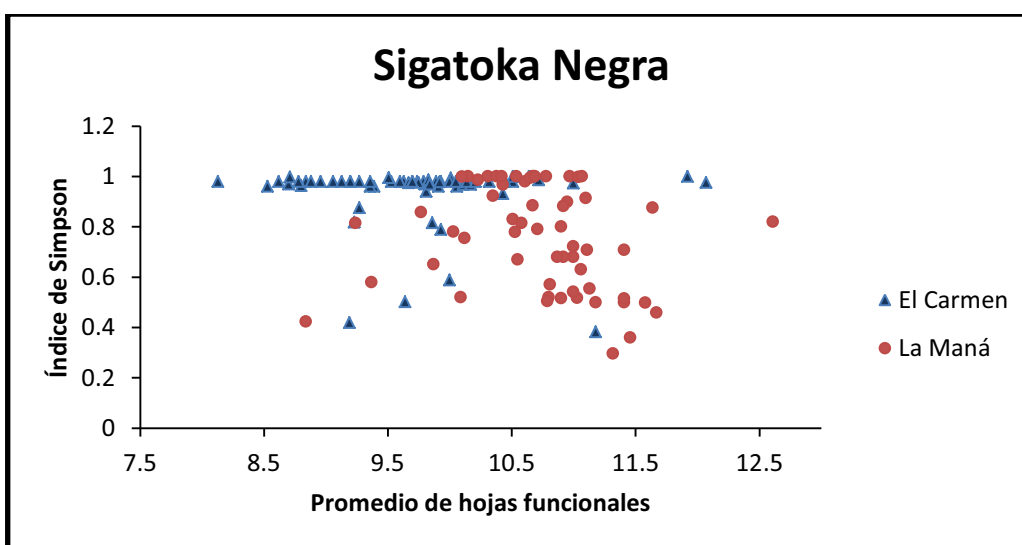


Figura 4-7: promedio de hojas funcionales para una muestra de cinco plantas por ha

Para la evaluación de Sigatoka Negra se escogieron al azar 5 plantas en floración por hectárea; donde se evaluó el número de hojas funcionales. Se consideró

como una hoja funcional aquella que presenta hasta grado 3 de infección en la escala de Stover²¹.

Considerando a las plantas que tienen, menos de ocho hojas, como plantas con alta incidencia de Sigatoka. Aquellas que tienen entre ocho y diez, se las considera de incidencia media. Y aquellas que tienen más de diez hojas funcionales, se las considera de incidencia baja.

Así, la figura anterior, muestra que a medida que existe mayor biodiversidad de musas en una parcela, se va teniendo una incidencia baja de Sigatoka Negra dentro de la finca.

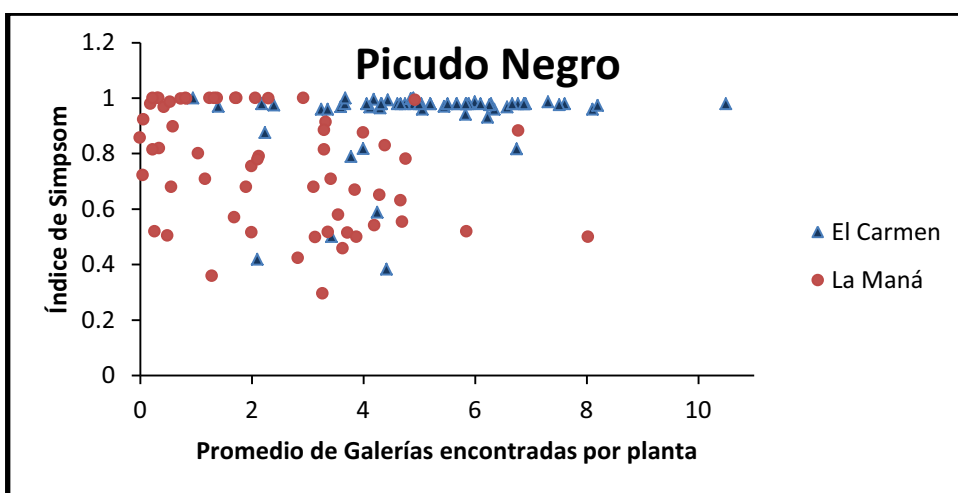


Figura 4-8 Promedio de galerías encontradas en plantas cosechadas

Para la evaluación de Picudo Negro, se escogieron al azar 10 plantas por ha, de hasta una semana después de cosecha, donde se realizó un corte longitudinal y superficial en el cormo y se procedió a contar el número de galerías presentes.

²¹La escala Stover (1971) modificada por Gahul (1989), asigna a cada hoja de la planta, un valor que corresponde con el porcentaje del área necrótica. Estos valores oscilan del 1 al 6. Siendo 0 sin síntomas y 6, del 51 al 100% de la lámina con síntomas. (Romero et al, 2009)

Se considera aquellas plantas con hasta tres galerías, plantas con incidencia baja, entre tres y siete galerías, plantas con incidencia media, y aquellas con mayor a siete galerías, plantas con alta incidencia en Picudo Negro.

Así, a través de la figura anterior se observa que las fincas que poseen mayores niveles de biodiversidad, tienen incidencia baja en picudo negro, mientras aquellas que están muy cercanas a uno tienen incidencia media y alta en su mayoría.

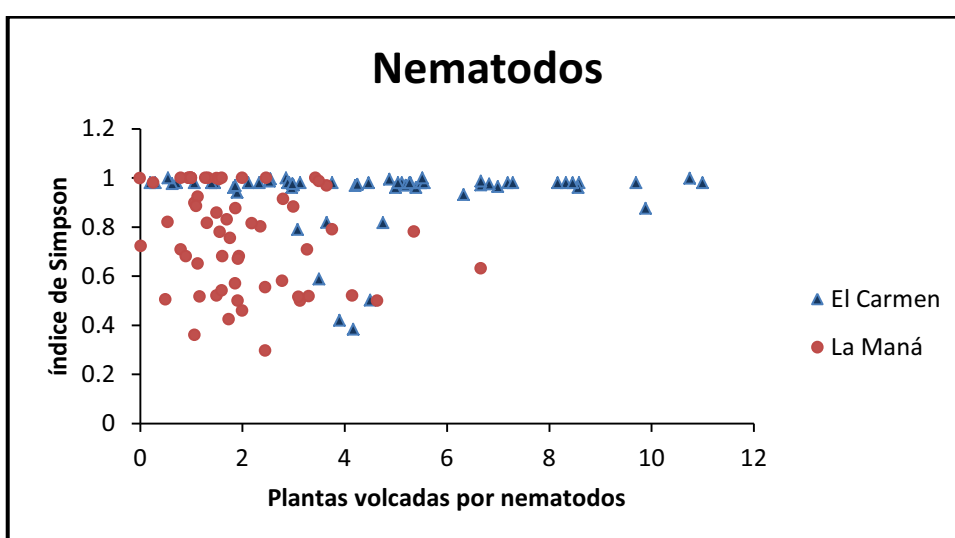


Figura 4-9: Plantas volcadas por nematodos a un radio de 15 m² por ha

Para la evaluación de Nematodos se contó el número de plantas volcadas por esta plaga (aquellas que al volcarse presentan las raíces expuestas) realizando observaciones distribuidas en la parcela en un radio de 15 m².

Las escalas usadas son las siguientes: de cero a dos, se tiene incidencia baja, de 2 a 7 es incidencia media y mayores 7 plantas volcadas por nematodos, incidencia alta.

La figura anterior muestra que en fincas donde se tuvo mayor biodiversidad, en conjunto tienen baja incidencia de nematodos. Mientras que en las fincas con biodiversidad de Simpson cercana a uno se obtuvo incidencia de nematodos media y alta.

4.3.1 EL MODELO ANCOVA PARA INSUMOS DE CONTROL QUÍMICO

Debido a lo diferente que son las zonas, a nivel de diversidad intraespecífica y otros factores, se hicieron dos modelos de insumos de control químico, uno para El Carmen y otro para La Maná.

4.3.1.1 Modelo de insumos de control químico para el Grupo de El Carmen

En el caso del grupo de El Carmen, el modelo de insumos químicos de control, se ajustó con 50 individuos o UPAs, ya que se procedió a la eliminación de valores atípicos.

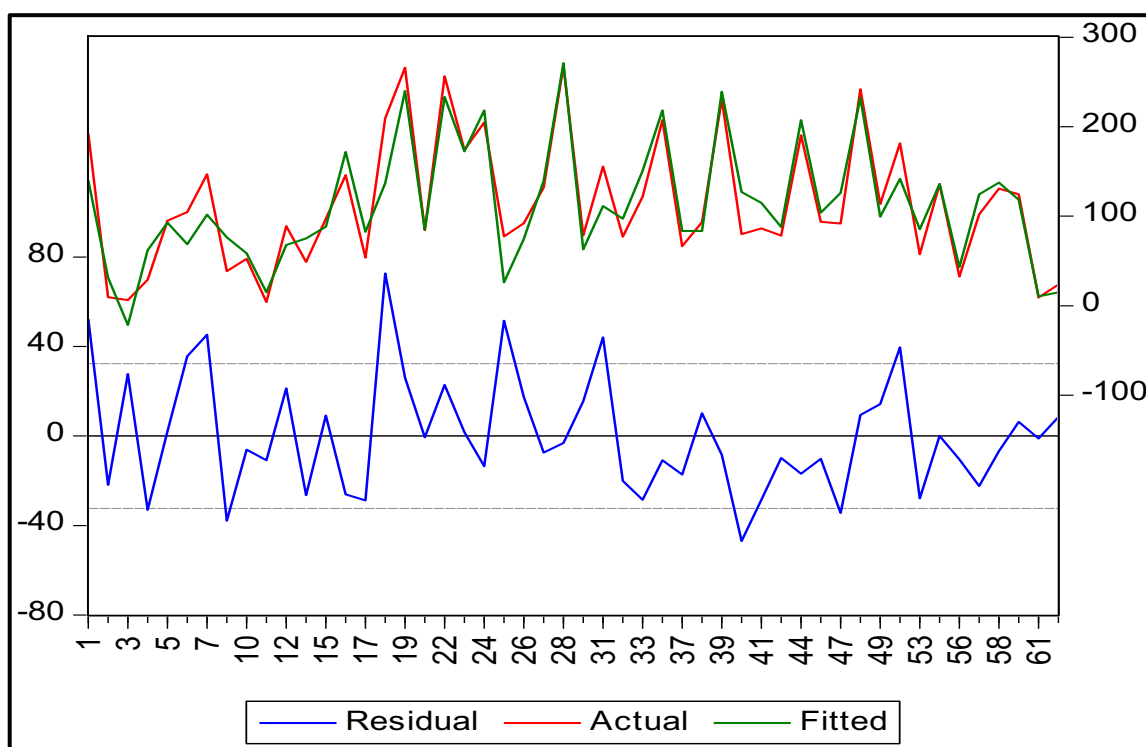


Figura 4-10: Valores actuales, estimados y residuos del modelo de insumos de control químico para el grupo del sector El Carmen

4.3.1.1.1 Validación del Modelo

Prueba de Heteroscedasticidad: Test de White

A través del Test de White para heteroscedasticidad, se obtuvieron p-valores de la F y de los términos cruzados mayores que 0,05 con lo cual se rechaza formalmente la presencia de heteroscedasticidad o lo que es lo mismo a que los estimadores del modelo son de varianza mínima.

Tabla 22: Test de Heteroscedasticidad para el modelo IQC del grupo de El Carmen
Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	0,214817	Prob, F(17,32)	0,9992
Obs*R-squared	5,121602	Prob, Chi-Square(17)	0,9974
Scaled explained SS	2,172084	Prob, Chi-Square(17)	1,0000

Error de especificación de la forma funcional: Test RESET de Ramsey

El test RESET de Ramsey para una sola potencia de la variable endógena ajustada, dio valores-p para la prueba F de razón de verosimilitud de 0,54 y de 0,44 para la prueba Chi-cuadrado, con lo que se acepta la hipótesis de buena especificación del modelo.

Tabla 23: Test RESET de Ramsey para el modelo ICQ del grupo de El Carmen
Ramsey RESET Test:

F-statistic	0,378731	Prob. F(1,32)	0,5426
Log likelihood ratio	0,588293	Prob. Chi-Square(1)	0,4431

Normalidad de las perturbaciones: Test de asimetría, Curtosis y Jarque-Bera

Los coeficientes de asimetría y curtosis se encuentra en la frontera del intervalo $[-2;2]$, con lo que se acepta la normalidad con reparos, hecho que también muestra el histograma. A través del contraste Jarque-Bera, se acepta formalmente la normalidad de las perturbaciones (p-valor mayor que 0,05).

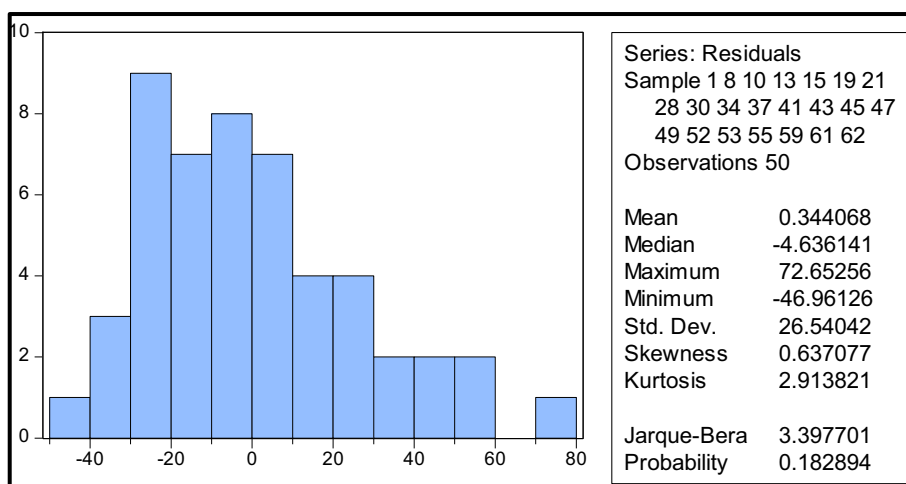


Figura 4-11: Prueba de Normalidad de los residuos para el modelo ICQ del grupo El Carmen

Multicolinealidad: Factores de inflación de la varianza FIV

Todos los *FIV* son inferiores a 10. Lo que es equivalente a que no existe relación lineal entre las variables independientes. Lo mismo que equivale a decir que todos los estimadores son buenos.

Tabla 24: Factores de inflación de la Varianza

Variables	R ²	Índice de Tolerancia Factor de Inflación	
		IT=1-R ²	FIV=1/(1-R ²)
BIODIVERSIDAD	0,276232	0,723768	1,381658211
EDAD DEL JEFE	0,226046	0,773954	1,292066454
EDADCCULTIVO	0,497483	0,502517	1,989982428
CAPACITACIÓN	0,491667	0,508333	1,967214405
INGRESO NO AGR.	0,42178	0,57822	1,72944554
SUELO B	0,532359	0,467641	2,138392485
SUELO C	0,622503	0,377497	2,649027674
SUELO D	0,337538	0,662462	1,509520546
DESHIJE	0,427157	0,572843	1,745679008
DSHOJE	0,403409	0,596591	1,676190221
DESCHANTE	0,514687	0,485313	2,060525887
ENFUNDE	0,539049	0,460951	2,169427987
DESTALLE	0,105474	0,894526	1,117910491
SACA_PLANTAENF	0,385651	0,614349	1,627739282
HECTAREAS_MUSACEAS	0,256722	0,743278	1,34539163
PICUDO_MUCHO	0,388483	0,611517	1,635277515
HORMIGA_MUCHO	0,389612	0,610388	1,638302195

4.3.1.1.2 Interpretación de resultados

El modelo da un coeficiente R^2 ajustado de 0,79 (indicativo de un buen ajuste al ser un valor alto). El error estándar de la regresión (*S.E. regression*=32,34) es bajo sinónimo de que los valores estimados, no están tan alejados de los originales.

Los valores bajos y similares de los criterios de información Akaike (10,05), Schwarz (10,7) y Hannan-Quinn (10,30), indican que el modelo es bueno. El valor del estadístico Durbin-Watson (2,20) está muy cercano a dos, lo que indica que no existen problemas de autocorrelación.

La suma de los de los errores al cuadrado (*Sum squared resid*= 34521) es el valor de la función objetivo en el mínimo cuando se estima el modelo por mínimos cuadrados ordinarios. El logaritmo de la función de verosimilitud (*Log likelihood*=-234.37) es el valor de la función objetivo en el máximo cuando se estima por máxima verosimilitud.

Las características básicas de la variable dependiente, viene recogidas por su media (113.62), y su cuasi desviación típica muestral (71.45). Respecto a la significancia individual de los parámetros, a través de los valores-p de la prueba *t-student*, se comprueba una significancia mayor al 90%.

Tabla 25: Modelo IQC para el Carmen

Dependent Variable: IQC

Method: Least Squares

Date: 01/02/12 Time: 22:08

Sample: 1 8 10 13 15 19 21 28 30 34 37 41 43 45 47 49 52 53 55 59
61 62

Included observations: 50

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
BIODIVERSIDAD	39,88234	21,15358	1,885371	0,0682
EDAD_JEFE	-1,414304	0,467114	-3,027752	0,0048
EDAD_CULTIVO	-2,195673	0,559981	-3,920980	0,0004
CAPACITACION	50,98949	12,87215	3,961225	0,0004
INAJH	46,09917	13,39706	3,440992	0,0016
SUELO_B	-50,18151	14,11995	-3,553944	0,0012
SUELO_C	-41,60308	15,50969	-2,682393	0,0113
SUELO_D	99,26496	40,14140	2,472882	0,0187
DESHIJE	121,5843	25,44743	4,777861	0,0000
DESHOJE	-120,4372	30,22019	-3,985323	0,0004
DESCHANTE	-37,24639	13,67882	-2,722923	0,0103
ENFUNDE	93,60421	15,77471	5,933816	0,0000
DESTALLE	61,89600	24,67965	2,507977	0,0172
SACA_PLANTAENF	54,00260	15,91819	3,392508	0,0018
HECTAREAS_MUSACEAS	5,673557	1,241383	4,570354	0,0001
PICUDOM	36,11410	12,05062	2,996867	0,0051
HORMIGAM	-40,19252	12,55072	-3,202408	0,0030
R-squared	0,862023	Mean dependent var		113,6222
Adjusted R-squared	0,795124	S.D. dependent var		71,45638
S.E. of regression	32,34344	Akaike info criterion		10,05518
Sum squared resid	34521,23	Schwarz criterion		10,70527
Log likelihood	-234,3796	Hannan-Quinn criter.		10,30274
Durbin-Watson stat	2,206106			

Para la interpretación de los parámetros, se está particularmente interesado en la contribución de la biodiversidad a la reducción de agroquímicos. El índice de biodiversidad utilizado, es el índice de Simpson, mientras más se acerque a uno habrá menor biodiversidad. El parámetro de Biodiversidad resultó ser positivo, es decir, sembrar una sola variedad, implica un costo adicional de 39,88 USD/ha en agroquímicos, manteniendo las demás variables constantes. Mientras se incorpore mayor diversidad al cultivo, este valor se reducirá. Así, para el grupo de El Carmen que posee pocos niveles de diversidad, se comprueba que la biodiversidad intraespecífica contribuye a la reducción de insumos químicos para el control de plagas o enfermedades.

Respecto a las características del agricultor, la edad del jefe de hogar es un determinante en la reducción de uso de agroquímicos, así por cada año adicional que este posee, hay una tendencia a disminuir el uso de agroquímicos en 1,41 USD/ha. Hecho que se justifica en la racionalidad del agricultor, es decir conforme pasa el tiempo este adquiere más experiencia sobre manejo de cultivo, y sabe ¿cuándo? y ¿en qué dosis? utilizar químicos de mejor manera.

Otra variable que influye positivamente el uso de agroquímicos, es el hecho de recibir capacitación sobre manejo de cultivos por parte de instituciones. Así, luego de capacitarse, el agricultor en promedio invertirá 50,98 USD/ha en agroquímicos para el control de malezas. Esto se justifica, debido a que luego de una capacitación el agricultor sabe reconocer las plagas y enfermedades que su cultivo posee, por tanto, un mayor uso de agroquímicos. Además se observa, que los agricultores que perciben ingresos no agrícolas, tienden a invertir en promedio 46,09 USD/ha en uso de agroquímicos.

Por otro lado, dependiendo del tipo de suelo, los niveles de uso de agroquímicos también pueden variar. Comprobando que a mayor calidad del suelo, se tendrá menos uso de agroquímicos. Para el presente trabajo se consideró B mejor que C, C mejor que D, así el hecho de que el agricultor establezca su cultivo en una parcela con un buen suelo (SUELO_B), este se está ahorrando en promedio 50,18 USD/ha en uso de agroquímicos, en las UPAs con suelo C, este ahorro puede ser en promedio de 41,60 USD/ha, mientras que en un suelo poco apto para banano tipo D se incurrirá en un costo promedio de 99,26 USD/ha en agroquímicos.

Por el lado de las propiedades del cultivo, la edad de este influye negativamente en el uso de agroquímicos. Es decir por cada año adicional que tenga el cultivo, existe una tendencia a que se reduzca el costo en agroquímicos en 2,19 USD/ha, esto se justifica en la experiencia que va adquiriendo el agricultor y en la adaptabilidad que va teniendo el cultivo en el transcurrir del tiempo. Además se observa una tendencia a aumentar los costos en agroquímicos en 5,67 USD/ha,

por cada hectárea adicional sembrada, esto se debe a que el pequeño agricultor, da mayor atención al cultivo realizando actividades culturales, mientras las parcelas son más pequeñas.

Existen además ciertas actividades culturales que van asociadas a un mayor uso o una reducción en el uso de agroquímicos. Así, la realización del deshije (121 USD/ha), el enfunde (93,60 USD/ha), el destalle (61,89 USD/ha), el hecho de sacar del cultivo las plantas enfermas (54 USD/ha), van ligadas a un mayor uso de agroquímicos. Mientras que el deshoje (-120,43 USD/ha) y el deschante (-37,24 USD/ha) van ligadas a una reducción en el uso de agroquímicos.

Respecto al deshoje y deschante, ambas actividades van ligadas con la limpieza de la planta madre, evitando la proliferación de enfermedades como el picudo o la Sigatoka negra. Evidenciándose la importancia del manejo cultural, para combatir plagas y evitar el uso de agroquímicos. Por el lado del deshije y el destalle, son actividades que se deben realizarse cuidadosamente, ya que implican al tratar de eliminar plantas hijas o sacar una planta que ya cumplió con su función de dar fruto, se puede lastimar a la nueva planta, dando lugar a una mayor susceptibilidad a plagas, por tanto se podría concluir que estas actividades, están mal comprendidas por falta de capacitación.

Por último se tiene las enfermedades. Las enfermedades que contribuyeron a explicar el uso de agroquímicos son el picudo negro y la hormiga o patilla. Notando que el agricultor de El Carmen presta mucha atención a lo que es el Picudo Negro. Así en alta presencia de esta plaga, el pequeño agricultor gasta en promedio 36,11 USD/ha. Mientras se observa que las fincas con alta incidencia de Hormiga, se deja de invertir 40,19 USD, para reducir esta plaga.

4.3.1.2 Modelo de insumos de control químico para el Grupo de La Maná

En el caso de La Maná, para el modelo de insumos químicos de control (IQC) en principio se disponía de 55 encuestas, ya que las otras cinco no contenían datos

referentes a la variable dependiente. Luego, se procedió a la eliminación de valores atípicos, por lo que el modelo final quedó ajustado con datos de 42 UPAs.

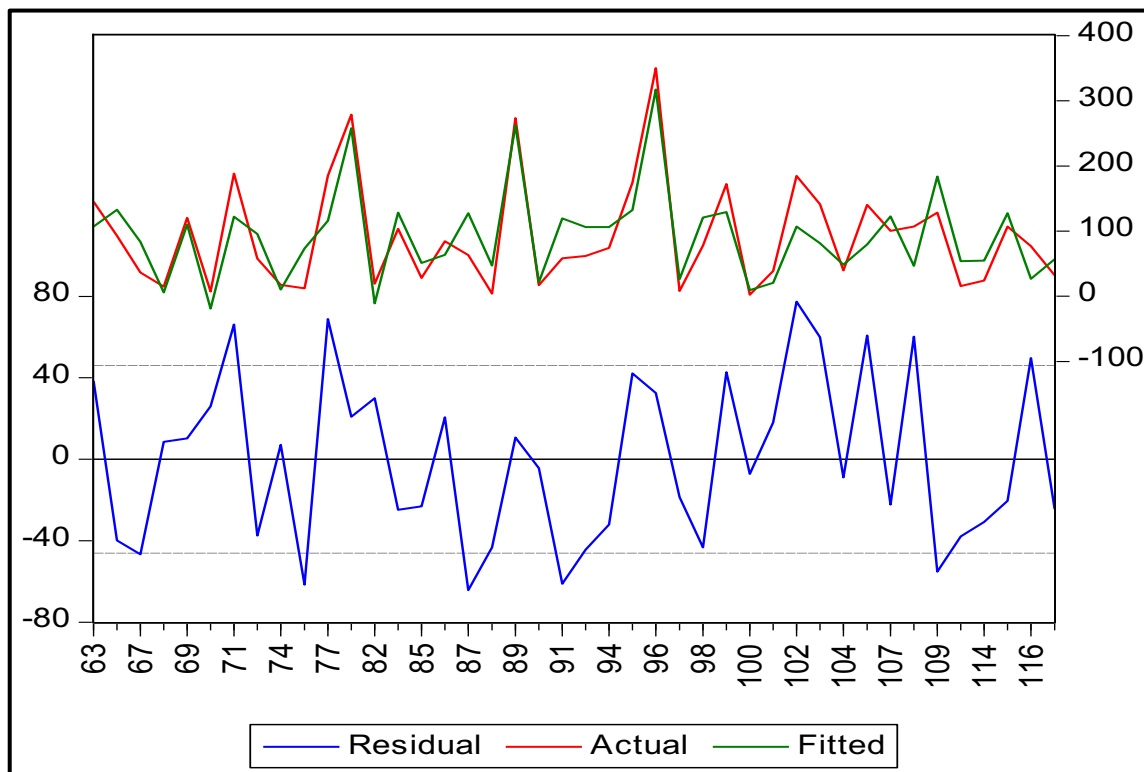


Figura 4-12: Valores actuales, estimados y residuos del modelo de insumos de control químico para el grupo del sector La Maná

4.3.1.2.1 Validación del Modelo

Prueba de Heteroscedasticidad: Test de White

Mediante el contraste de White de heteroscedasticidad se obtuvieron p-valores de la F y de los términos cruzados mayores que 0,05 con lo cual se rechaza formalmente la presencia de heteroscedasticidad. Lo mismo que equivale a decir que la varianza de las perturbaciones es constante para todos los individuos, y que los estimadores obtenidos por MCO son de varianza mínima.

Tabla 26: Test de Heteroscedasticidad para el modelo ICQ del grupo de la Maná

Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	0,552439	Prob. F(8,33)	0,8082
Obs*R-squared	4,960497	Prob. Chi-Square(8)	0,7618
Scaled explained SS	1,304882	Prob. Chi-Square(8)	0,9955

Error de especificación de la forma funcional: Test RESET de Ramsey

Realizando el Test RESET de Ramsey para una sola potencia de la variable endógena ajustada, se obtuvieron p-valores para la prueba F de razón de verosimilitud de 0,18 y de 0,12 para la prueba Chi-cuadrado, con lo cual se acepta la hipótesis de buena especificación del modelo.

Tabla 27: Test RESET de Ramsey para el modelo ICQ del grupo de la Maná

Ramsey RESET Test:

F-statistic	1,867459	Prob. F(1,32)	0,1813
Log likelihood ratio	2,382187	Prob. Chi-Square(1)	0,1227

Normalidad de las perturbaciones: Test de asimetría, Curtosis y Jarque-Bera

Los coeficientes de asimetría y curtosis se encuentran dentro del intervalo $[-2,2]$, lo que dice formalmente que los residuos son normales, adicionalmente a través del contraste Jarque-Bera se confirma esta normalidad de los residuos (p-valor mayor que 0,05).

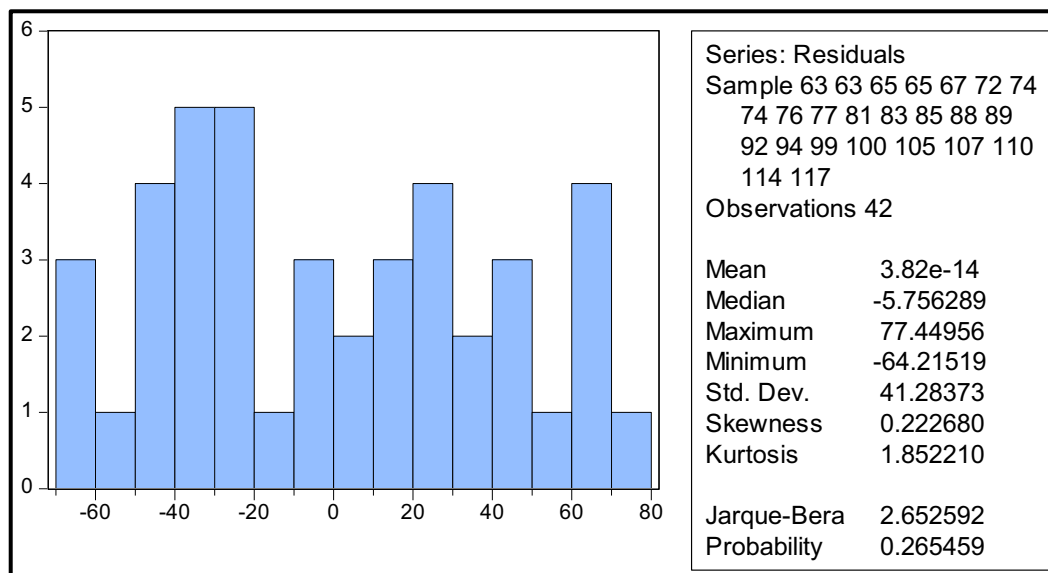


Figura 4-13: Prueba de Normalidad de los residuos para el modelo ICQ del grupo la Maná

Multicolinealidad: Factores de inflación de la varianza FIV

A través del análisis de los factores de inflación de la varianza (FIV) para cada variable independiente, se comprueba que el modelo no posee multicolinealidad, ya que todos los *FIV* son inferiores a 10. Lo que es equivalente a que no existe relación lineal entre las variables independientes, y por tanto el modelo posee buenos estimadores.

Tabla 28: Factores de inflación de la varianza para el modelo IQC del grupo La Maná

Variables	R ²	Índice de Tolerancia	Factor de Inflación
		$IT=1-R^2$	$FIV=1/(1-R^2)$
BIODIVERSIDAD	0,051831	0,948169	1,054664306
EDAD Cultivo	0,083084	0,916916	1,090612444
SUELO C	0,218785	0,781215	1,280057347
CAPACITACIÓN	0,21827	0,78173	1,279214051
DESCHANTE	0,157751	0,842249	1,187297343
ENFUNDE	0,299068	0,700932	1,426671917
SIGATOCAM	0,445326	0,554674	1,802860779
PICUDOM	0,444905	0,555095	1,801493438

4.3.1.2.2 Interpretación de los resultados

Las variables seleccionadas explican el nivel de uso de químicos de control en un 74,58 % ($R^2=0,745862$). Teniendo en cuenta el coeficiente R^2 ajustado, las variables independientes explican un 68,42% del modelo. Observando ambos criterios, se observa que el modelo tiene un buen ajuste.

A través del valor-p de la *F* de Fisher, se concluye una buena significancia conjunta de los parámetros del modelo, debido a que este valor es muy cercano a cero. Los p-valores para la prueba *t-student* son menores que 0,05, exceptuando la variable Biodiversidad tiene 0,061, aceptando una buena significancia al 90% de confianza.

El error estándar de los errores (46,01) refleja poca dispersión y por tanto un buen ajuste del modelo. Los criterios de información Akaike (10,68), Schwarz (11,05) y

Hannan-Quinn (10,81) al ser muy similares bajos, corroboran el buen ajuste del modelo. Entre tanto el estadístico Durbin-Watson (2,10) es muy cercano a cero, con lo que se comprueba que el modelo no posee autocorrelación.

La suma de los errores al cuadrado (*Sum squared resid* = 69.878,22) es el valor de la función objetivo en el mínimo cuando se estima por MCO. El logaritmo de la función de verosimilitud (*Log likelihood*=-215,3491) es el valor de la función objetivo cuando se estima por máxima verosimilitud. Las características básicas de la variable dependiente vienen recogidas por su media (*Mean dependent var*=92,05) y su cuasi desviación típica muestral (*S.D. dependent var*=81,89).

Tabla 29: Modelo IQC para el grupo de La Maná

Dependent Variable: IQC

Method: Least Squares

Date: 01/02/12 Time: 11:51

Sample: 63 63 65 65 67 72 74 74 76 77 81 83 85 88 89 92 94 99 100
105 107 110 114 117

Included observations: 42

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	90,08227	33,25827	2,708568	0,0106
BIODIVERSIDAD	52,37831	26,99836	1,940055	0,0610
EDADC	-3,896658	0,741264	-5,256777	0,0000
SUELO_C	41,53912	18,86159	2,202313	0,0347
CAPACIT	-50,67813	21,54900	-2,351763	0,0248
DESCCHANTE	99,07881	26,35703	3,759103	0,0007
ENFUNDE	-73,30348	18,34551	-3,995717	0,0003
SIGATOCAM	98,72145	19,89720	4,961574	0,0000
PICUDOM	-96,22598	19,25808	-4,996653	0,0000
R-squared	0,745862	Mean dependent var		92,05667
Adjusted R-squared	0,684253	S.D. dependent var		81,89256
S.E. of regression	46,01654	Akaike info criterion		10,68329
Sum squared resid	69878,22	Schwarz criterion		11,05565
Log likelihood	-215,3491	Hannan-Quinn criter.		10,81977
F-statistic	12,10636	Durbin-Watson stat		2,107132
Prob(F-statistic)	0,000000			

Antes de proceder a la interpretación de los parámetros vale la pena recalcar que a través de este modelo se explica el nivel de uso de insumos químicos de control de plagas o enfermedades para una hectárea de *Musas* spp.

Observando los valores beta de los parámetros estimados para el grupo de La Maná, se observa que independientemente del valor que tomen los demás

parámetros siempre va a existir una constante de 92,08 USD/ha que va a asignar un peso positivo al uso de agroquímicos.

A través del índice de Simpson, se comprueba la hipótesis de que a mayor diversidad intraespecífica, existe un menor uso de agroquímicos. Así en presencia de monocultivo, este valor asciende a 52,37 USD/ha, pero conforme se tenga mayor diversidad, por ejemplo Biodiversidad=0,14 el costo en agroquímicos se puede reducir hasta 7,33 USD/ha, solo por la estrategia de sembrar mayor diversidad varietal en la parcela.

Otro factor importante que aporta a una mayor reducción en el uso de agroquímicos, es la edad de las plantas. El cultivo de *Musas* spp. es perenne pese a la transitoriedad de la planta. El colino nuevo que da origen a una nueva planta lleva una trayectoria en la parcela, que se pasa de planta madre a planta hija. Así, cada año adicional que el cultivo posea, significará una reducción de 3,89 USD/ha en químicos para el control de plagas o enfermedades para el agricultor.

Además se observa que las capacitaciones sobre manejo de cultivo, ejercen un fuerte impacto en la reducción de agroquímicos de control. El manejo de cultivos de *Musas* contiene una variedad de actividades culturales, resulta lógico, que a falta de capacitación, este grupo, trate de solucionar sus problemas de enfermedades y plagas con mayor agroquímico. Así, el hecho de que estos agricultores reciban mayor capacitación para el manejo de su plantación significará una reducción de 50,67 USD/ha en insumos químicos para el control de plagas.

Por el lado de actividades de manejo, aportaron al modelo deschante y enfunde. Estas actividades contribuyen de manera opuesta a la reducción de agroquímicos. Esto refleja lo que se dijo anteriormente la importancia de capacitar a los agricultores, para que estas actividades culturales se realicen de una manera eficaz.

El deschante consiste en sacar con la pala de raíz a la planta que ya dio su fruto, para evitar la propagación de picudo negro y nematodos en la nueva planta. Esta actividad por sencilla que parece, requiere de cierta destreza, y muchas veces se la tiene mal informada. Así, en el grupo de La Maná, se observa que la mala realización del deschante significa un aumento de 99,07 USD/ha en agroquímicos.

El enfunde por su parte, consiste en proteger el racimo con una funda de modo que evite el ataque de insectos, a más que favorece la pronta maduración del fruto y un mayor grosor del mismo. La realización del enfunde favorece la disminución en agroquímicos en un 73,30 USD/ha.

Por el lado de las enfermedades, se observa que el agricultor presta mayor atención a la Sigatoka Negra que al Picudo Negro. Este hecho se debe a que la Sigatoka Negra es más visible que el picudo. Cuando existe alta incidencia de Sigatoka Negra, el agricultor incurrirá en un costo promedio de 98,72 USD/ha en agroquímicos. Mientras que en las UPAs con alta incidencia de Picudo negro, se observa que en promedio se deja invertir 96,22 USD/ha en agroquímicos.

4.3.1.3 Modelo de insumos de control químico para El Carmen y La Maná

Para dar por culminada la estimación del nivel de uso de agroquímicos, se procedió a realizar una estimación por MCO para las dos zonas que explique el uso de agroquímicos en conjunto. Luego de la eliminación de valores atípicos, el modelo se ajustó con 75 individuos. Al igual que los dos modelos anteriores, primero se procede a realizar la validación del modelo, y luego a la interpretación de los parámetros estimados.

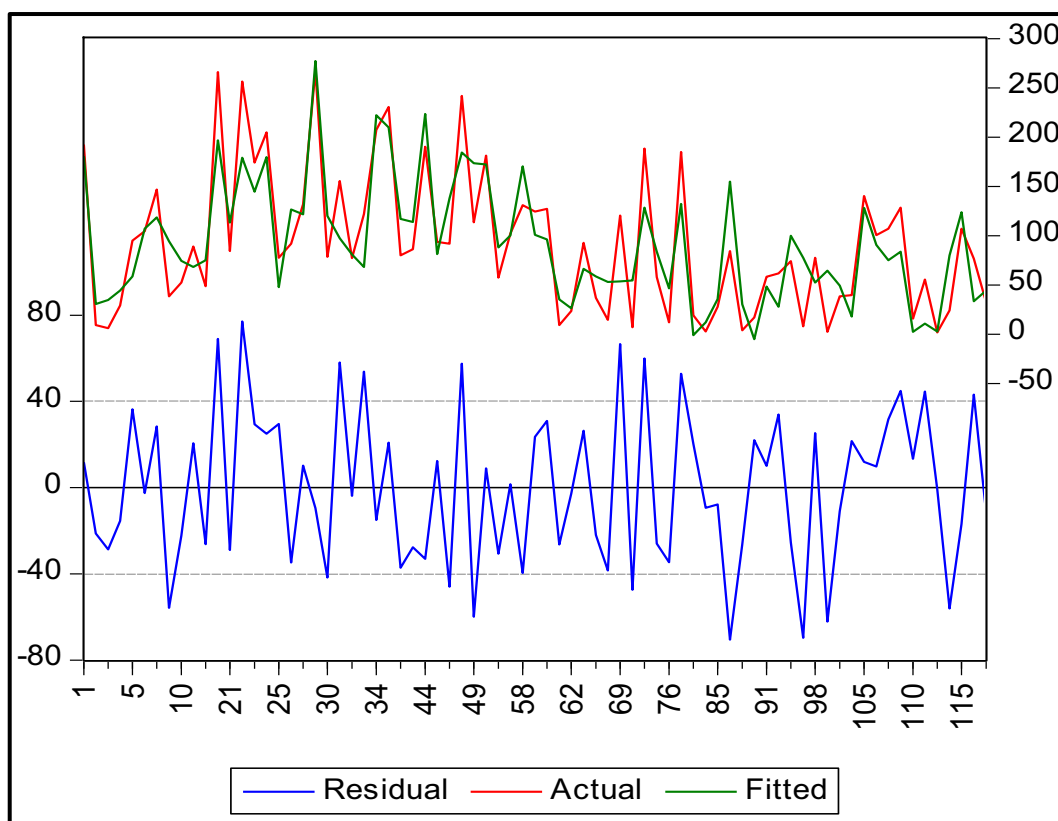


Figura 4-14: Valores actuales, estimados y residuos del modelo de insumos de control químico para el grupo del sector La Maná y El Carmen

4.3.1.3.1 Validación del Modelo

Prueba de Heteroscedasticidad: Test de White

A través del Test de White, se obtuvieron p-valores de la prueba F y de los términos cruzados mayores que 0,05 con lo cual se rechaza formalmente la presencia de heteroscedasticidad, es decir los estimadores obtenidos por MCO son de varianza mínima.

Tabla 30: Test de Heteroscedasticidad para El modelo IQC de La Maná y El Carmen

Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	1,418402	Prob. F(14,60)	0,1730
Obs*R-squared	18,64971	Prob. Chi-Square(14)	0,1788
Scaled explained SS	7,211403	Prob. Chi-Square(14)	0,9263

Error de especificación de la forma funcional: Test RESET de Ramsey

Realizando del Test RESET de Ramsey para una sola potencia de la variable endógena ajustada, se obtuvieron p-valores para la prueba F de razón de verosimilitud de 0,42 y de 0,36 para la prueba chi-cuadrado, con lo cual se acepta la hipótesis de buena especificación del modelo.

Tabla 31: Test buena especificación del modelo IQC de La Maná y El Carmen
Ramsey RESET Test:

F-statistic	0,649477	Prob. F(1,59)	0,4235
Log likelihood ratio	0,821095	Prob. Chi-Square(1)	0,3649

Normalidad de las perturbaciones: Test de asimetría, Curtosis y Jarque-Bera

Los coeficientes de asimetría (0,08) y curtosis (2,20) se encuentran en la frontera del intervalo $[-2, 2]$ para poder aceptar la normalidad con reparos, circunstancia que también muestra el histograma, a través del contraste formal Jarque-Bera se acepta la normalidad de los residuos, ya que el valor-p (0,35) es mayor a 0,05.

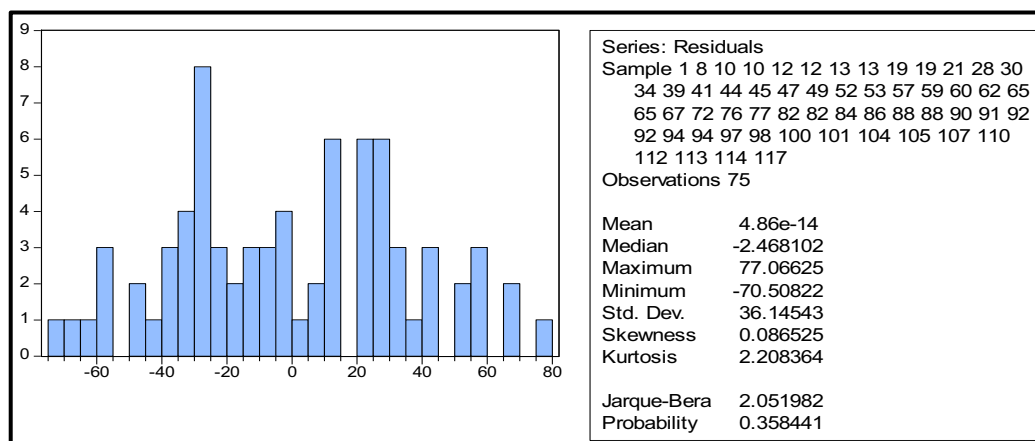


Figura 4-15: Prueba de Normalidad de los residuos para el modelo IQC del grupo de El Carmen y La Maná

Multicolinealidad: Factores de inflación de la varianza FIV

Observando los factores de inflación de la varianza (FIV) para cada variable independiente, se comprueba que el modelo no posee multicolinealidad, ya que

todos los *FIV* son inferiores a 10. Lo mismo que equivale, a que no existe relación de dependencia lineal entre dichas variables.

Tabla 32: Test de Multicolinealidad para el modelo IQC del grupo de El Carmen y La Maná

Variables	R ²	Índice de	Factor de
		Tolerancia	Inflación
		$IT=1-R^2$	$FIV=1/(1-R^2)$
ZONA	0,628025	0,371975	2,68835271
BIODIVERSIDAD	0,57065	0,42935	2,32910213
EDAD_JEFE	0,393108	0,606892	1,64773963
EDAD_CULTIVO	0,204251	0,795749	1,25667767
EPRIMARIA	0,577312	0,422688	2,36581119
ESECUNDARIA	0,627594	0,372406	2,68524138
ESUPERIOR	0,496021	0,503979	1,98420966
INAJH	0,223808	0,776192	1,28834103
ROZA	0,142358	0,857642	1,16598767
PERC_RESISTENCIA	0,200081	0,799919	1,25012658
ENFUNDE	0,143722	0,856278	1,16784502
HECTAREAS_MUSACEAS	0,237994	0,762006	1,31232562
SIGATOCAM	0,194914	0,805086	1,24210333
HORMIGAM	0,177412	0,822588	1,2156754

4.3.1.3.2 Interpretación del Modelo

Tomando en cuenta el coeficiente R², las variables seleccionadas, explican el 73,64% del modelo, y mediante el coeficiente R² ajustado se está explicando el 67,5%. De manera que cualquiera que sea el criterio por el que se opte, ambos muestran un buen ajuste de las variables para explicar el modelo. (Ver Tabla 34)

A través del valor-p (0,0000) de la *F* de Fisher se concluye una buena significancia conjunta de los parámetros del modelo, mientras que la prueba *t-student* muestra una buena significancia individual, todos los parámetros poseen buena significancia mínima del 90% de confianza.

El error estándar de la regresión, refleja poca dispersión de los residuos y por tanto una buena explicación del modelo. Los criterios de información Akaike

(10,39), Schwarz (10,86), y Hannan-Quinn (10,58), al ser similares y muy bajos corroboran un buen ajuste de las variables.

El estadístico Durbin-Watson (2,69) presenta posibles problemas de autocorrelación. Ante esta situación se realizó el contraste formal para heteroscedasticidad condicional del multiplicador de Lagrange ARCH ($p=1$), donde los términos ARCH (valores mayores que 0,05), rechazaron la posible heteroscedasticidad condicional.

Tabla 33: ARCH LM test para medir heteroscedasticidad condicional

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0,257760	Prob. F(1,49)	0,6139
Obs*R-squared	0,266877	Prob. Chi-Square(1)	0,6054

La suma de los errores al cuadrado (96.680,40) es el valor de la función objetivo en el mínimo cuando se estima por MCO, mientras el logaritmo de la función de verosimilitud (-374,98) es el valor de la función objetivo cuando se estima por máxima verosimilitud. Las características básicas de la variable dependiente se recogen en su media (92,17) y en su cuasi desviación típica muestral (70,41).

Tabla 34: Modelo de ICQ para El Carmen y La Maná

Dependent Variable: IQC

Method: Least Squares

Date: 01/04/12 Time: 11:53

Sample: 1 8 10 10 12 12 13 13 19 19 21 28 30 34 39 41 44 45 47 49

52 53 57 59 60 62 65 65 67 72 76 77 82 82 84 86 88 88 90 91 92

92 94 94 97 98 100 101 104 105 107 110 112 113 114 117

Included observations: 75

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	174,3544	45,86524	3,801449	0,0003
ZONA	53,39144	15,23364	3,504839	0,0009
BIODIVERSIDAD	35,74768	20,21323	1,768529	0,0821
EDAD_JEFE	-0,939909	0,487241	-1,929045	0,0585
EDAD_CULTIVO	-0,996637	0,480317	-2,074954	0,0423
EPRIMARIA	-29,69176	14,29059	-2,077714	0,0420
ESECUNDARIA	-36,39031	18,54085	-1,962709	0,0543
ESUPERIOR	-52,76645	22,44473	-2,350951	0,0220
INAJH	80,72876	11,71745	6,889617	0,0000
ROZA	-116,9217	31,06667	-3,763575	0,0004
PERC_RESISTENCIA	-18,07883	7,616943	-2,373502	0,0208
ENFUNDE	43,99127	11,72852	3,750795	0,0004
HECTAREAS_MUSACEAS	4,470278	1,259369	3,549616	0,0008
SIGATOCAM	29,28942	10,76219	2,721512	0,0085
HORMIGAM	-23,93752	12,20660	-1,961031	0,0545
R-squared	0,736488	Mean dependent var		92,17573
Adjusted R-squared	0,675002	S.D. dependent var		70,41311
S.E. of regression	40,14150	Akaike info criterion		10,39955
Sum squared resid	96680,40	Schwarz criterion		10,86305
Log likelihood	-374,9833	Hannan-Quinn criter.		10,58462
F-statistic	11,97814	Durbin-Watson stat		2,698962
Prob(F-statistic)	0,000000			

Para la interpretación de los parámetros se debe tomar en cuenta que se está interpretando el uso de insumos de control químicos para plagas o enfermedades en una hectárea. Así, independientemente del valor que tomen las demás variables se observa una constante de 174,35 USD/ha que influye de manera positiva en el uso de agroquímicos en ambas zonas.

El presente modelo muestra que dependiendo de la zona, el uso de agroquímicos puede variar. Por consiguiente, la zona el Carmen invierte en agroquímicos 53,39 USD/ha más que su contraparte de La Maná, esto se justifica por el bajo nivel de biodiversidad intraespecífica que posee la zona de El Carmen.

A través del índice de Simpson, se observa que en presencia de una sola especie se gastará 35,74 USD/ha, mientras más aumente la presencia de diversidad intraespecífica, esta cantidad irá reduciéndose. Comprobándose para el conjunto, la importancia de poseer biodiversidad intraespecífica para la reducción de agroquímicos.

Respecto, a las características del agricultor, se observa que la edad del jefe influye en una reducción de agroquímicos en -0,93 USD/ha por cada año adicional que este posee. Esto es un reflejo de que el pequeño agricultor, en medida que se vuelve más adulto, adquiere una experiencia que le permite mejorar en el manejo de su cultivo.

Por otro lado, la educación también crea una conciencia social de las consecuencias de usar agroquímicos. Mientras más educación tenga el agricultor, va a existir una tendencia a buscar otras alternativas de manejo cultural, de modo que se reduzca el uso de agroquímicos. Las personas que recibieron educación primaria, reducen el uso de agroquímicos en 29,69 USD/ha, mientras que los que recibieron educación secundaria, la reducen en 36,39 USD/ha, por último los que recibieron educación superior tienden a disminuir el uso de agroquímicos en 52,76 USD/ha.

Además, el hecho de poseer ingresos no agrícolas (INAJH), hace que en promedio el agricultor decida invertir 80,72 USD/ha. Lo cual refleja, que los agricultores siempre piensan en la prosperidad de sus cultivos. En consecuencia, cuando se tiene la oportunidad de recibir un ingreso extra, el agricultor lo invierte en su parcela.

Al mismo tiempo, se observa que los agricultores que siembran más hectáreas, tienden a aumentar el uso de agroquímicos en 4,47 USD/ha.

En el manejo del cultivo se puede observar, que al igual que en los modelos anteriores, hay labores que favorecen la reducción de agroquímicos, mientras que

otras, se asocian a un mayor incremento de su uso. Así, la roza, chapia o deshierbe manual favorece una disminución en el uso de agroquímicos de 116,92 USD/ha, lo cual es algo natural, ya que la otra opción es realizar el deshierbe con químicos. Mientras que el enfunde se asocia con un mayor incremento de agroquímicos en 43,99 USD/ha.

La psicología del agricultor también influye en el uso de agroquímicos. En aquellas UPAs donde el agricultor percibe que su cultivo mantiene una resistencia moderada (PERC_RESISTENCIA) frente plagas o enfermedades, existe la tendencia a que disminuya el uso de agroquímicos en 18,07 USD/ha, manteniendo las demás variables constantes.

Finalmente, se observa de manera general que el pequeño agricultor no presta mayor atención a pequeñas enfermedades como las hormigas o patilla. Así, aquellas fincas donde se tiene alta incidencia de esta plaga, se asocian con una reducción de 23,93 USD/ha en agroquímicos. Mientras que, en aquellas fincas donde se encontró alta incidencia de Sigatoka Negra, se les asocia a un gasto promedio de 29,28 USD/ha en insumos químicos para control de plagas o enfermedades.

4.4 IMPACTO DE LA DIVERSIDAD INTRAESPECÍFICA EN LA PRODUCCIÓN DE BANANO Y PLÁTANO

En la presente sección, se muestran los resultados referentes a la función de producción, utilizando el modelo de control del daño como una variable para describir el impacto de la biodiversidad sobre la producción.

Primero se describe los resultados referentes al modelo de control del daño, y posteriormente, se procede a estudiar la función de producción Lichtenberg y Zilberman.

4.4.1 EL MODELO DE CONTROL DEL DAÑO $G(X)$ PARA PICUDO NEGRO

A través del modelo logit multinomial para datos ordenados, se obtuvo el modelo de control del daño. Primero se procedió a eliminar valores atípicos. El modelo se realizó con 85 observaciones. Así, con la ayuda del paquete estadístico EVIEWS 6.0, se obtuvieron los siguientes resultados.

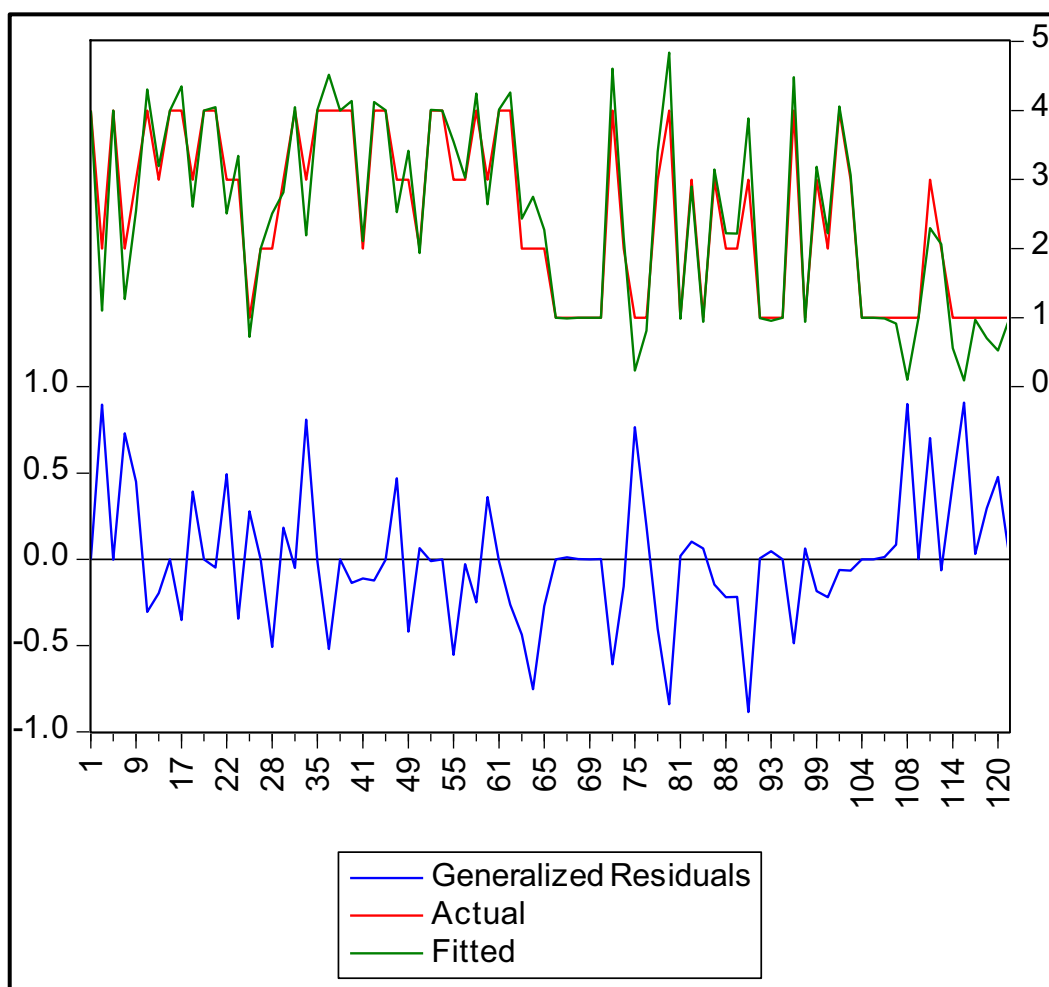


Figura 4-16: Residuos generalizados, datos actuales y predichos para el modelo $G(X)$

El gráfico [4-16] muestra como el modelo se ajusta a la curva de datos originales. Además de que el sector El Carmen (eje horizontal menor a 62) se encuentra más cercano a las modalidades 3 y 4 (nivel de daño Medio y alto), mientras que La Maná (eje horizontal mayor a 62), se encuentra cerca de las modalidades nivel de daño bajo (2), medio (3) y no afecta (1).

Se observan adecuadas significancias individuales para los parámetros estimados. El modelo en conjunto está bien representado, lo que se puede reflejar en el valor-p de la razón de verosimilitud. El *pseudo* – R^2 de McFadden es bastante alto (0,6683), lo que dice que las variables independientes representan en 66,83% el modelo. Además los criterios Akaike (1,19), Hannan-Quinn (1,34) y Schwarz (1,53) son muy adecuados al poseer valores bajos y muy similares.

Tabla 35: Modelo de control del daño para Picudo Negro

Dependent Variable: G(X)

Method: ML - Ordered Logit (Quadratic hill climbing)

Date: 01/05/12 Time: 19:10

Sample: 1 2 4 4 7 7 9 9 11 11 14 14 16 18 20 23 26 31 35 38 41 41
44 45 48 49 51 53 55 56 58 59 61 70 73 76 78 78 80 82 85 85 87
88 90 94 97 102 104 109 111 112 114 114 116 116 118 120 122
122

Included observations: 82

Number of ordered indicator values: 4

Convergence achieved after 13 iterations

Covariance matrix computed using second derivatives

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
BIODIVERSIDAD	13,61653	2,733785	4,980835	0,0000
DESHIJE	-0,023298	0,008121	-2,868820	0,0041
DESHOJE	-0,022322	0,005179	-4,309855	0,0000
ROZA_CHAPIA	-0,023022	0,007856	-2,930478	0,0034
HERBICIDAS	0,104128	0,022922	4,542694	0,0000
OTROS_QUIMICOS	0,141031	0,049882	2,827273	0,0047
DESTALLE	-0,037919	0,008729	-4,344032	0,0000
RESIEMBRA	0,075939	0,044850	1,693201	0,0904
PICUDOP	1,515593	0,327342	4,630004	0,0000
Limit Points				
LIMIT_2:C(10)	6,704878	1,526930	4,391085	0,0000
LIMIT_3:C(11)	9,939965	1,921676	5,172549	0,0000
LIMIT_4:C(12)	16,51963	3,300796	5,004741	0,0000
Pseudo R-squared	0,668399	Akaike info criterion	1,195551	
Schwarz criterion	1,547754	Log likelihood	-37,01759	
Hannan-Quinn criter.	1,336955	Restr. log likelihood	-111,6330	
LR statistic	149,2307	Avg. log likelihood	-0,451434	
Prob(LR statistic)	0,000000			

Con el modelo representado en la tabla [35], se obtuvo la variable G (picudo_i_0) utilizada en el análisis posterior referente a la producción, con lo cual se puede sacar conclusiones válidas para este análisis.

Para dar interpretación a los coeficientes estimados del modelo logit se recurre a la estimación de los efectos marginales.

La variable dependiente G para Picudo Negro, significa nivel del daño, toma valores 1, 2 y 3, 4, donde (1) significa ningún daño, (2) nivel de daño bajo, (3) nivel de daño medio y (4) nivel de daño alto. Con la ayuda del paquete estadístico Stata 11.1 se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 36: Efectos marginales para nivel de daño Ninguno, Poco, Medio y Mucho

dy/dx	Picudo=No Afecta	Picudo=Bajo	Picudo=Medio	Picudo=Alto
	0,01366155	0,24665435	0,73575472	0,00392938
Efecto marginal				
Biodiversidad	-0,1834816	-2,438403	2,56859	0,0532943
Deshije	0,0003139	0,0041722	-0,0043949	-0,0000912
Deshoje	0,0003008	0,0039974	-0,0042108	-0,0000874
Roza_Chapia	0,0003102	0,0041227	-0,0043428	-0,0000901
Herbicidas	-0,0014031	-0,0186468	0,0196424	0,0004075
Otros_Químicos	-0,0019004	-0,0252554	0,0266038	0,000552
Destalle	0,000511	0,0067905	-0,007153	-0,0001484
Resiembra	-0,0010233	-0,013599	0,014325	0,0002972
Picudo-Promedio	-0,0204225	-0,2714073	0,2858979	0,0059319

Observando la representación de las predicciones en la tabla [36], se observa que nivel de daño medio (73,57%) y nivel de daño bajo (24,66%) son las modalidades mejor representadas. Las representaciones para nivel de daño alto (0,39%) o ninguno (1,13%) son bajas, muy cercanas a cero.

El modelo está conformado por variables relacionadas con actividades de manejo, la biodiversidad (Índice de Simpson) y la variable relacionada a la muestra promedio de picudo negro encontrada en las UPAs (ver sección 4.3).

Se tiene que la variable que más influye en el aumento de los riesgos en el cultivo (es decir, daño medio o alto) en el caso del pequeño productor, es el hecho de poseer monocultivos (el índice de Simpson=1 significa monocultivo). Esto se debe al hecho de que en presencia de monocultivo, la planta pierde todas sus defensas contra las plagas o enfermedades. La presencia de un monocultivo, para el caso

del pequeño productor, aumenta las posibilidades de que se tenga un nivel de daño medio en el cultivo en 2,56 unidades de riesgo.

Otro de los factores que incrementan el riesgo del cultivo es la aplicación de agroquímicos (en el presente modelo la aplicación de herbicidas y otros químicos). Cabe recalcar que las actividades que implican el uso de agroquímicos, no se encaminan necesariamente a combatir Picudo Negro, por ejemplo el herbicida ataca las malezas, y la variable otros químicos, representa inversión para reducir enfermedades o plagas eventuales.

Sin embargo, al tratar arremeter las malezas con un herbicida, se corre el riesgo de que el Picudo Negro ataque el pseudotallo de la planta. Estas dos variables favorecen el nivel de daño medio en 0,019 y 0,026 unidades de riesgo respectivamente por cada dólar invertido en agroquímicos.

La variable referente a la muestra promedio de Picudo Negro encontrada para una hectárea, contribuye a explicar el nivel de daño de la UPA, contribuye negativamente para los casos donde no existe nivel de daño (-0,02) y donde hay nivel de daño bajo (-0,27). Además de favorecer niveles de daño medio (0,28) y nivel de daño alto (0,0059). Esta variable, se utilizó para dar credibilidad a la entrevista que se realizó a las diversas UPAs.

Por el lado de las actividades de control que no implican agroquímicos, la realización de “deshije”, el “deshoje”, la deshierbe manual, más conocido como “roza o chapia”, y la realización del destalle, van asociadas con una contribución positiva a disminuir los riesgos de daño en el cultivo.

Por cada dólar adicional, invertido para eliminar los hijos excedentes de la planta (deshije), se favorece un nivel de daño bajo en 0,0041 unidades de riesgo. Mientras que para el caso de deshoje, se disminuye el riesgo en 0,00399 por cada dólar invertido en esta actividad. Entre tanto la roza o chapia contribuye a disminuir el riesgo de la producción en 0,0041 por cada dólar invertido.

La actividad manual que más contribuye al control de Picudo Negro es el Destalle, o eliminación de la antigua planta madre desde la raíz. Por cada dólar adicional que se invierta en destalle el riesgo disminuirá en 0,0067 unidades de riesgo. Con lo cual se observa una coherencia en las variables, ya que el destalle está orientado, entre otras cosas, a controlar esta plaga.

A la par, se observa que la actividad “resiembra” de nuevos hijuelos o cormos en la parcela, deja abierta la posibilidad de incrementar el riesgo en el cultivo. Así, al insertar una nueva planta en la parcela, se debe procurar que esta esté libre de impurezas, que no porte hongos, nematodos, etc. Con el fin de que no perjudique a las demás plantas que ya están adaptadas a la parcela. De no ser así, por cada dólar que se reinvierta en resiembra se aumentará el riesgo de poseer nivel de daño medio en 0,013.

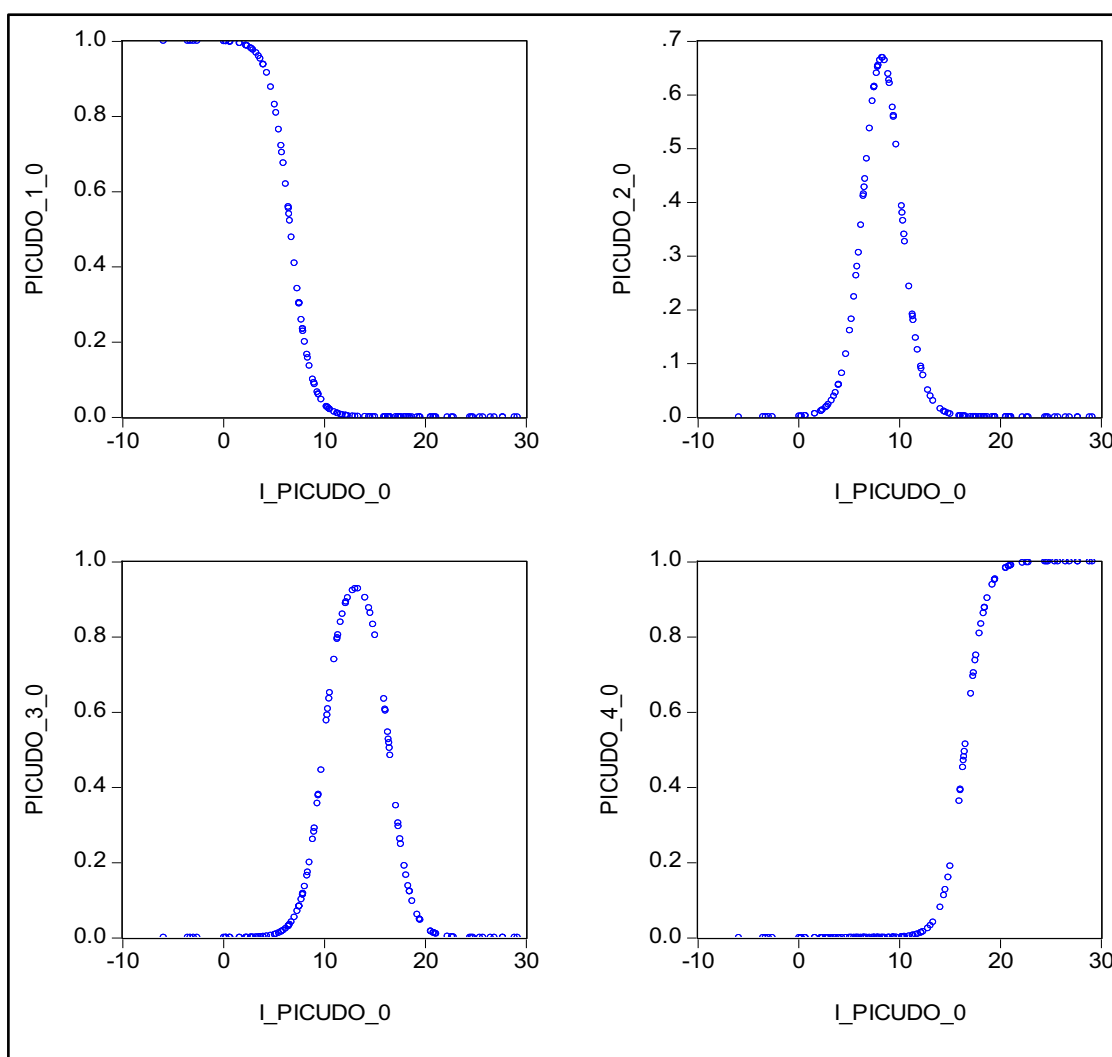


Figura 4-17: Probabilidades de poseer ningún nivel de daño, daño bajo, medio o alto para los pequeños agricultores de El Carmen y La Maná

Finalmente, la figura anterior, muestra la probabilidad de elegir cada una de las categorías del daño: ningún daño generado por picudo (picudo_1_0), nivel de daño bajo generado por picudo (picudo_2_0), daño medio generado por picudo (picudo_3_0) y nivel de daño alto generado por picudo (picudo_4_0), para todos los agricultores en estudio.

Estas distribuciones son las que se utilizará para la función de producción Lichtenberg y Zilberman en la siguiente sección.

4.4.2 LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN LICHTENBERG Y ZILBERMAN PARA EL CASO *Musas spp.*

Antes de proceder a interpretar los modelos de producción, es necesario dar una idea del destino principal de la producción en los sectores El Carmen y La Maná, ya que esta esto justifica el no poder realizar un modelo de producción conjunto.

En la tabla [37] se observa que los ingresos de *Musas spp.* para el caso El Carmen, se obtienen mayoritariamente por la comercialización de plátano barraganete (99,38% de los ingresos totales de El Carmen). Esta comercialización se clasifica entre: cajas destinadas a la exportación (64,6%), cajas de segunda (20,9%) destinadas a Colombia, cajas de tercera o cochinilla (2,9%), despicado o rechazo (11%), venta de barraganete en racimos (0,4%), y venta de colinos (0,2%).

En menor medida se observa que el Carmen comercializa dominico (0,08%), guineo seda (0,28%), dominico hartón (0,01%), maqueño verde (0,15%) y orito (0,09%). Todas estos cultivos se comercializan en racimos, excepto el dominico Hartón que se comercializa para la reproducción.

Entre tanto la Maná, se caracteriza por la comercialización de orito (48,9%), el cual se comercializa de la siguiente manera: cajas de 45 libras (36,2%) a Colombia o Cuenca, cajas de exportación de 16 libras (28,2%), cajas de exportación 8,48 libras (5%), además de cajas de segunda (12,4%) y venta en racimos (18,2%).

Otro cultivar importante es el dominico hartón (29,38%), el cual se distribuye en cajas de segunda a Colombia, racimos y venta de colinos para la reproducción. El dominico (10%) y el morado (9,83%) también son productos representativos. En menor medida se vende barraganete (1,64%) y guineo seda (0,20%).

A través de la tabla [37], se aprecia que la producción de La Maná se caracteriza por estar muy diversificada a nivel de cultivos, sin embargo, esta producción no tiene un mercado definido que garantice altos precios. A diferencia de El Carmen, que comercializa mayoritariamente un solo cultivo, el barraganete, pero lleva esta producción a niveles óptimos.

El Carmen posee un mercado grande (64,6%) orientado a la exportación, lo que le garantiza precios altos (0,23 USD/kg) y una alta diversificación de sus compradores, evitando el desperdicio de su producto. Así, lo que no se vende para la exportación, se distribuye en cajas de segunda, cajas de tercera, despicado y racimos, logrando una mayor racionalización de la producción que su contraparte de La Maná.

Tabla 37: Ingresos Generales de La variedades por Zona

Localidad	Variedad	Descripción Tipo de venta	Producción en kg	%	\$ / Kg	Total \$	relación de ingresos totales
El Carmen	BARRAGANETE	Caja de Export de 55lbs	2.484.325,0	64,6%	0,2316	582.744,50	
		cajas de 2da o Colombia	802.023,8	20,9%	0,1235	88.907,00	
		cajas de 3ra o Cochinilla	110.534,4	2,9%	0,08	10.505,00	
		Despicado o rechazo	423.300,0	11,0%	0,03	10.730,00	
		Racimos	16.500,0	0,4%	0,10	1.900,00	
		Venta de colinos	6.100,0	0,2%	0,48	3.210,00	
		Subtotal Barraganete	3.842.783,2	100%		697.996,50	99,38%
	DOMINICO	Racimos	8.640,0	100%	0,09	530,00	0,08%
	GUINEO SEDA	Racimos	14.400,0	100%	0,1389	2.000,00	0,28%
	HARTON	Venta de colinos	150,0	100%	0,6	90,00	0,01%
MAQUEÑO VERDE	Racimos	5.400,0	100%	0,2	1.080,00	0,15%	
ORITO	Racimos	7.400,0	100%	0,0875	630,00	0,09%	
TOTALES			7.721.556,4			702.326,50	
La Maná	BARRAGANETE	cajas de 2da o Colombia	30.949,1		0,15	4.550,00	
		Racimos	3.720,0		0,17	293,00	
		Subtotal Barraganete	34.669,1		0,31	4.843,00	1,64%
	DOMINICO	Racimos	293.568,6		0,10	29.756,00	10,05%
	GUINEO SEDA	Racimos	6.480,0		0,08	600,00	0,20%
	HARTON	cajas de 2da o Colombia	316.219,8		0,17	47.710,00	
		Racimos	332.860,0		0,11	39.164,25	
		Venta de colinos	250,0		0,60	150,00	
		Subtotal Harton	649.329,8			87.024,25	29,38%
	MAQUEÑO MORADO	Caja 45 lbs Colomb o Cuenca	6.135,0	2,0%	0,20	1.200,00	
Caja de 22 lbs Exp		71.200,0	23,2%	0,25	17.096,00		
Racimos		230.100,0	74,8%	0,04	10.810,00		
Subtotal Maqueño		307.435,0			29.106,00	9,83%	
ORITO	Caja 45 lbs Colomb o Cuenca	336.402,5	36,2%	0,06	23.048,00		
	Caja Exp 16 Lbs (x manos)	261.865,4	28,2%	0,32	84.970,00		
	Caja Exp 8,48 lbs (x closters)	46.127,0	5,0%	0,48	26.150,00		
	cajas de 2da o Colombia	115.634,0	12,4%	0,03	3.560,00		
	Racimos	169.600,0	18,2%	0,05	7.109,00		
	Subtotal Orito	929.628,9			144.837,00	48,90%	
TOTALES			2.221.111,4			296.166,25	

4.4.2.1 LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE *Musas* spp. PARA EL CARMEN

Luego de proceder con la revisión de datos atípicos, el modelo de producción para el grupo de El Carmen (ver Tabla [40]) se ajustó con 44 observaciones.

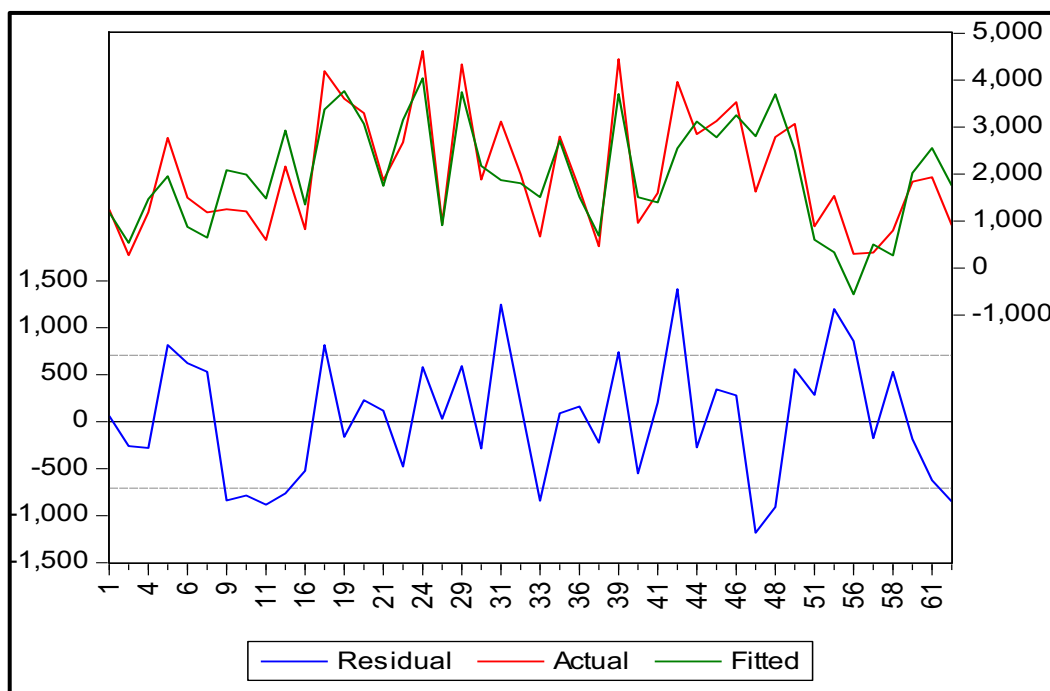


Figura 4-18: Valores actuales, estimados y residuos del modelo de producción para el grupo del Carmen

4.4.2.1.1 Validación del Modelo

Prueba de Heteroscedasticidad: Test de White

A través del test de White, se obtuvieron p-valores de la prueba F (0,84) y de los términos cruzados (0,80 y 0,98) mayores que 0,05, con lo que se acepta la homocedasticidad de la estimación por MCO.

Tabla 38: Test de Heteroscedasticidad para el modelo de producción de el grupo de El Carmen
Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	0,506439	Prob. F(8,35)	0,8432
Obs*R-squared	4,564908	Prob. Chi-Square(8)	0,8029
Scaled explained SS	1,951789	Prob. Chi-Square(8)	0,9825

Error de especificación de la forma funcional: Test RESET de Ramsey

Realizando el test RESET de Ramsey para una sola potencia de la variable endógena ajustada, se obtuvieron p-valores para la prueba F de razón de verosimilitud de 0,12 y de 0,07 para la prueba Chi-cuadrado, con lo cual se acepta la buena especificación del modelo.

Tabla 39: Test de buena especificación del modelo de producción para el grupo de El Carmen
Ramsey RESET Test:

F-statistic	2,539260	Prob. F(1,35)	0,1200
Log likelihood ratio	3,081727	Prob. Chi-Square(1)	0,0792

Normalidad de las perturbaciones: Test de Asimetría, Curtosis y Jarque-Bera

Los coeficientes de asimetría (0,13) y curtosis (2,24) se encuentran en la frontera del intervalo $[-2,2]$ para poder aceptar la normalidad con reparos, circunstancia que también muestra el histograma. A través del contraste formal Jarque-Bera, se acepta formalmente esta normalidad, ya que el p-valor es mayor que 0,05.

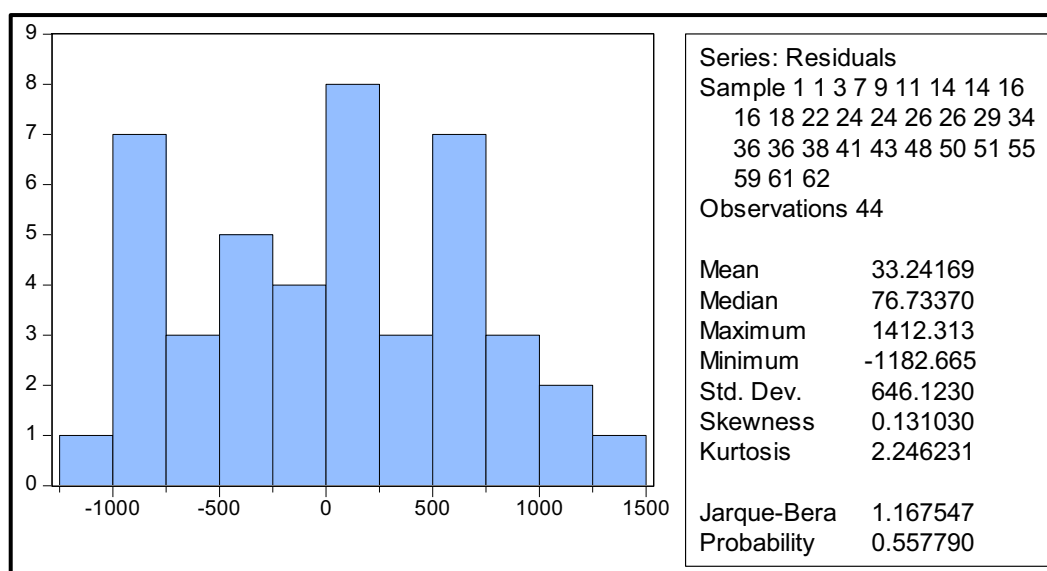


Figura 4-19: Prueba de Normalidad de los residuos para el modelo de producción del grupo de El Carmen

Multicolinealidad: Factores de inflación de la varianza FIV

Observando los factores de inflación de la varianza (FIV) para cada variable independiente, se comprueba que el modelo no posee multicolinealidad, ya que todos los *FIV* son inferiores a 10. Comprobando la no existencia de alguna dependencia lineal entre las variables.

Tabla 40: Test de multicolinealidad para el modelo de producción del grupo El Carmen

Variables	R ²	Índice de	Factor de
		Tolerancia	Inflación
		$IT=1-R^2$	$FIV=1/(1-R^2)$
EDAD_JEFE	-0,823642	1,823642	0,54835324
INGRESOS NO AGR.	0,099483	0,900517	1,11047321
HA_MUSAS	0,420638	0,579362	1,72603657
EDAD_PLANTACI	0,123285	0,876715	1,14062152
SUELO_B	0,073531	0,926469	1,07936693
LABOR_EVENT	0,054192	0,945808	1,05729704
PICUDO_3_0	0,008045	0,991955	1,00811025
USO_HERRAMIENTAS	0,256999	0,743001	1,34589321

4.4.2.1.2 Interpretación del Modelo

Las variables seleccionadas (Tabla [41]) explican en un 72,94% (R²) el modelo de producción de El Carmen, tomando en cuenta el criterio del coeficiente R²-ajustado se explica el 67,68% del modelo total, con lo cual se tiene un buen ajuste del modelo.

El error estándar de la regresión (707,1), refleja poca dispersión de los residuos y por tanto una buena explicación conjunta del modelo. Los criterios Akaike (16,12), Schwarz (16,14) y Hannan-Quinn (16,24) al ser similares y muy bajos expresan el buen ajuste de las variables. El estadístico Durbin-Watson (1,61) está muy cerca de dos, con lo que los problemas de autocorrelación no son serios.

Las características básicas de la variable dependiente se recogen en su media (2020,68 USD/ha) y en su cuasi desviación típica muestral.

Tabla 41: Modelo de producción LZ para el grupo de El Carmen

Dependent Variable: Y_HA

Method: Least Squares

Date: 01/07/12 Time: 22:28

Sample: 1 1 3 7 9 11 14 14 16 16 18 22 24 24 26 26 29 34 36 36 38

41 43 48 50 51 55 59 61 62

Included observations: 44

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
EDAD_JEFE	-22,60096	6,495927	-3,479251	0,0013
INAJH	-571,3826	236,9853	-2,411047	0,0211
HA_MUSAS	152,8198	38,41874	3,977741	0,0003
EDAD_PLANTACI	48,55478	10,49955	4,624462	0,0000
SUELO_B	1133,514	225,2545	5,032146	0,0000
LABOR_EVENT	38,66336	8,118984	4,762093	0,0000
PICUDO_3_0	988,2735	273,4687	3,613846	0,0009
USO_HERRAMIENTAS	219,9682	68,64890	3,204249	0,0028
R-squared	0,729471	Mean dependent var		2020,686
Adjusted R-squared	0,676869	S.D. dependent var		1243,930
S.E. of regression	707,1076	Akaike info criterion		16,12321
Sum squared resid	18000043	Schwarz criterion		16,44761
Log likelihood	-346,7106	Hannan-Quinn criter.		16,24351
Durbin-Watson stat	1,615849			

El modelo de producción para el grupo del Carmen se explica a través de ocho variables. Observando los p-valores para la prueba *t-student*, se observa una buena significancia individual de al menos el 97%.

Procediendo con la interpretación de las variables, según las características del agricultor, las variables que contribuyeron a explicar la producción fueron la edad del agricultor y el hecho de que éste perciba ingresos no agrícolas.

Ambas variables influyen negativamente en la producción. Así, por cada año adicional que este tenga, la producción disminuye en 22,6 USD/ha. Mientras se observa que los agricultores que poseen ingresos no agrícolas descuidan sus cultivos, disminuyéndose la producción en 571,38 USD/ha.

Con respecto al cultivo de musas, se observa que a medida que el agricultor siembra más hectáreas, provoca un efecto rendimiento de escala incrementando sus ingresos promedios en 152,81 USD/ha.

La edad de la plantación también influye positivamente en la formación del ingreso/ha. Así por cada año adicional que el cultivo posea, se favorece un incremento en la producción de 48,55 USD/ha. A medida que el cultivo se va desarrollando, adquiere un tipo de sinergia, adaptándose a la zona del Carmen, ideal para la producción de plátano barraganete, que es el cultivo predominante en la zona.

Por otro lado, las UPAs establecidas con un suelo tipo B, suelo favorable para el cultivo de plátano, tienen la posibilidad de incrementar su producción promedio en 1133,51 USD/ha manteniendo las demás variables constantes.

El hecho de contrarrestar los riesgos en la producción, realizando labores eventuales, influye positivamente en la producción, por cada dólar invertido en estas eventualidades, se garantiza la producción 38,66 USD. Valor que destaca la importancia de estar alertas a cualquier riesgo generado en el cultivo.

La variable asociada a las herramientas se la consideró en número de las mismas. Se la interpreta directamente con la calidad del manejo del cultivo. Así, en El Carmen existe un buen manejo de la siembra, por tanto una buena utilización de las herramientas, no es lo mismo poseer la herramienta que utilizarla bien en la parcela. Teniéndose que, por cada herramienta bien utilizada la producción promedio se garantiza en 219,96 USD/ha. Esta variable también está directamente asociada a las distintas actividades culturales que realiza el pequeño agricultor.

Por último, los agricultores del grupo de El Carmen, se asociaron más con el nivel medio de control del daño, para Picudo Negro (Picudo_3_0). Observando que, mientras más se acerque a uno, esta variable significará nivel de daño medio y mientras más se aleje otro tipo de nivel de daño. Así, en promedio, una UPA con estos niveles de daño, garantizará su producción en 988,27 USD/ha, manteniendo constantes las demás variables que caracterizaron la producción de El Carmen.

4.4.2.2 LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE *Musas* spp. PARA LA MANÁ

Luego de eliminar valores atípicos, se obtuvo el modelo ajustado (tabla [46]) con 42 individuos de los 60 del grupo La Maná. Al igual que el modelo de producción anterior, primero se explica la validación del modelo y luego la interpretación de los resultados.

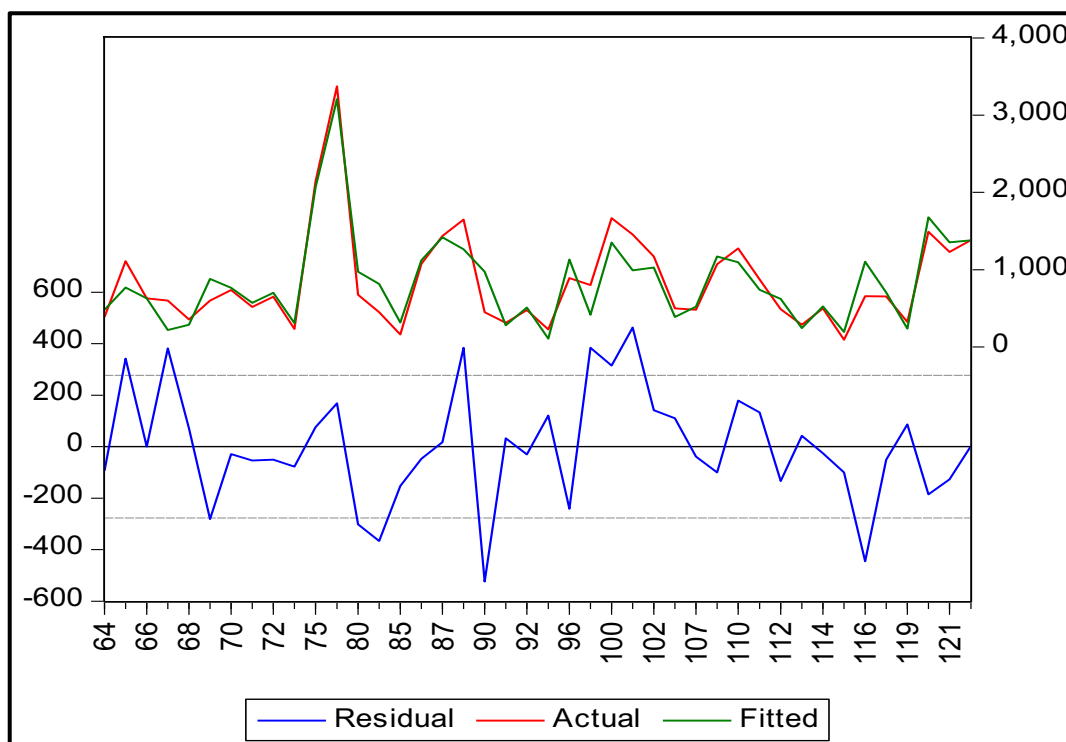


Figura 4-20: Valores actuales, estimados y residuos del modelo de producción para el grupo La Maná

4.4.2.2.1 Validación del Modelo

Prueba de Heteroscedasticidad: Test de White

A través del Test de White para heteroscedasticidad, se obtuvieron p-valores de la $F(0,29)$ y de los términos cruzados (0,27 y 0,95) mayores que 0,05 con lo cual se rechaza formalmente la presencia de heteroscedasticidad o lo que equivale a tener un modelo de varianza mínima.

Tabla 42: Test de Heterocedasticidad para el modelo de producción para el grupo de La Maná
Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	1,263672	Prob. F(15,26)	0,2911
Obs*R-squared	17,70909	Prob. Chi-Square(15)	0,2783
Scaled explained SS	7,018613	Prob. Chi-Square(15)	0,9571

Error de especificación de la forma funcional: Test RESET de Ramsey

A través del test RESET de Ramsey para una sola potencia de la variable endógena ajustada, se obtuvieron p-valores para la prueba F de razón de verosimilitud de 0,1489 y de 0,058 para la prueba Chi-cuadrado, con lo cual se acepta la hipótesis de buena especificación del modelo.

Tabla 43: Test de buena especificación del modelo de producción para el grupo de La Maná
Ramsey RESET Test:

F-statistic	2,218170	Prob. F(1,25)	0,1489
Log likelihood ratio	3,570376	Prob. Chi-Square(1)	0,0588

Normalidad de las perturbaciones: Test de asimetría, Curtosis y Jarque-Bera

Los coeficientes de asimetría (-0,006 y curtosis (3,06) se encuentran en la frontera del intervalo [-2,2] para poder aceptar la normalidad con reparos, circunstancia que también muestra el histograma. A través del contraste formal Jarque-Bera se acepta la normalidad de los residuos, debido a que el valor-p (0,995) es mayor a 0,05.

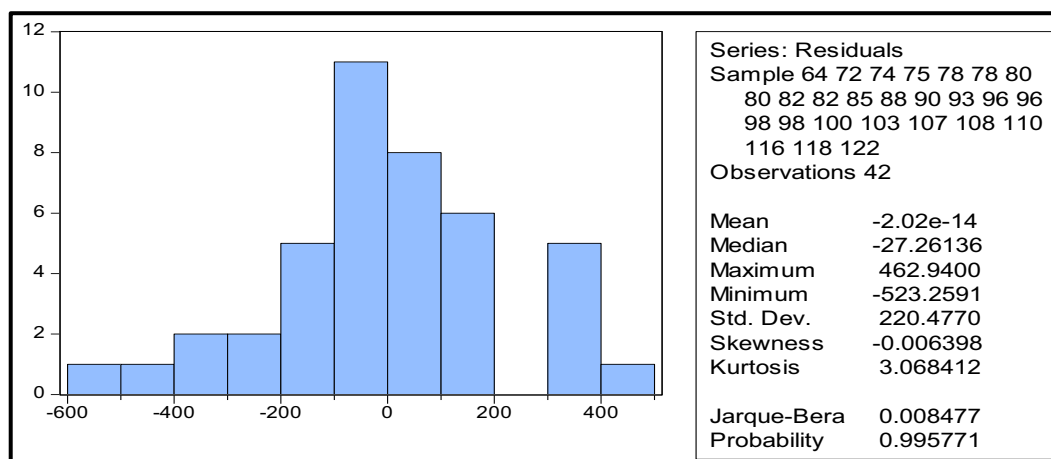


Figura 4-21: Normalidad de los residuos para el modelo de Producción de La Maná

Multicolinealidad: Factores de inflación de la varianza FIV

Observando los factores de inflación de la varianza (FIV) para cada variable de manera independiente, se comprueba que el presente modelo no posee multicolinealidad, ya que todos los valores son inferiores a 10. Lo mismo que equivale a decir, que no existe relación de dependencia lineal entre dichas variables.

Tabla 44: Test de Multicolinealidad para el modelo de Producción de La Maná

Variables	R ²	Índice de Tolerancia	Factor de Inflación
		$IT=1-R^2$	$FIV=1/(1-R^2)$
EDAD_JEFE	0,343736	0,656264	1,52377702
HA_MUSAS	0,306165	0,693835	1,44126485
EPRIMARIA	0,821356	0,178644	5,59772508
ESECUNDARIA	0,753984	0,246016	4,06477627
ENINGUNA	0,76508	0,23492	4,25676826
CREDITO	0,310291	0,689709	1,44988684
SUELO_D	0,60735	0,39265	2,5467974
SUELO_E	0,55204	0,44796	2,23234217
_FERTILIZANTES	0,506549	0,493451	2,02654367
SIMPSON	0,284391	0,715609	1,39741116
BIOCONTROLADOR	0,111247	0,888753	1,12517201
DESCHANTE	0,12181	0,87819	1,13870575
ENFUNDE	0,519573	0,480427	2,08148168
PICUDO_2_0	0,415492	0,584508	1,71084057
PICUDO_3_0	0,437203	0,562797	1,77683961

4.4.2.2 Interpretación de los resultados

Desde el punto de vista del coeficiente R², las variables representan el modelo en un 87,48%, desde el criterio del R² ajustado este ajuste es del 80,26%, reafirmando el buen ajuste de las variables al modelo.

A través del valor-p (0,000000) de la prueba *F* de Fisher se concluye una buena significancia conjunta de los parámetros. Mientras que a través de los p-valores

de la prueba *t-student* se observa una significancia mínima del 95% individualmente.

Los criterios de información Akaike (14,36), Schwarz (15,02) y Hannan-Quinn (14,60) son muy similares, además de ser bajos, lo que refleja el buen ajuste del modelo. Por otro lado, el estadístico Durbin-Watson (1,21) da la idea de autocorrelación, sin embargo realizando el Test del multiplicador de Lagrange ARCH ($p=1$) se rechaza esta idea, ya que los p-valores son mayores a 0,05.

Tabla 45: Test Arch LM para medir heteroscedasticidad condicional

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0,207175	Prob. F(1,27)	0,6526
Obs*R-squared	0,220827	Prob. Chi-Square(1)	0,6384

Las características básicas del modelo se recogen en su media 846,34 USD/ha y en su cuasi desviación típica muestral 623,25.

Tabla 46: Modelo de producción LZ para el grupo de La Maná

Dependent Variable: Y_HA

Method: Least Squares

Date: 01/07/12 Time: 12:54

Sample: 64 72 74 75 78 78 80 80 82 82 85 88 90 93 96 96 98 98 100

103 107 108 110 116 118 122

Included observations: 42

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	870,7558	367,3465	2,370394	0,0255
EDAD_JEFE	15,22037	3,881006	3,921757	0,0006
HA_MUSAS	-61,15401	11,17121	-5,474249	0,0000
EPRIMARIA	-1462,844	204,2476	-7,162109	0,0000
ESECUNDARIA	-1870,191	231,1153	-8,092025	0,0000
ENINGUNA	-1379,544	224,4651	-6,145917	0,0000
CREDITO	510,0060	241,5545	2,111350	0,0445
SUELO_D	340,4896	142,2861	2,392992	0,0242
SUELO_E	610,8841	128,2427	4,763500	0,0001
_FERTILIZANTES	3,736359	1,220237	3,061995	0,0051
SIMPSON	784,8586	231,7332	3,386906	0,0023
BIOCONTROLADOR	-12,83298	5,137268	-2,498017	0,0191
DESCCHANTE	-3,150565	0,783425	-4,021527	0,0004
ENFUNDE	-2,274815	0,391305	-5,813413	0,0000
PICUDO_2_0	678,8077	202,2064	3,357005	0,0024
PICUDO_3_0	-946,1178	337,2078	-2,805741	0,0094
R-squared	0,874859	Mean dependent var		846.3405
Adjusted R-squared	0,802663	S.D. dependent var		623.2529
S.E. of regression	276,8653	Akaike info criterion		14.36727
Sum squared resid	1993014,	Schwarz criterion		15.02924
Log likelihood	-285,7127	Hannan-Quinn criter.		14.60991
F-statistic	12,11776	Durbin-Watson stat		1.210905
Prob(F-statistic)	0,000000			

Interpretando los parámetros (tabla [46]), se observa una constante muy similar a la media del modelo de 870,75 USD/ha. Dependiendo de los demás parámetros, este valor puede variar.

Respecto a las características del agricultor, se observa que la edad de este influye positivamente en la producción, así por cada año adicional que este posea, la producción se incrementará en 870,75 USD. Cabe recalcar que la edad va relacionada con experiencia, a mayor experiencia, mayor nivel de ingresos.

El nivel de educación en el grupo La Maná, influye en la producción de manera opuesta a la que se pensaba, es decir a mayor nivel de educación no se obtiene necesariamente mayor nivel de ingresos. Una persona que ha recibido educación secundaria deja de percibir 1870,19 USD, a diferencia de aquel que recibió

educación primaria o ninguna que dejan de percibir 1462,84 USD/ha y 1379,54 USD/ha respectivamente. Observándose una primacía de la experiencia (relacionada con edad del jefe de hogar) sobre el nivel de educación en el grupo de La Maná.

Por otro lado, el tener acceso a crédito, es un factor clave para elevar el rendimiento de la producción, un agricultor que tiene acceso a crédito incrementa su nivel de ingresos en un promedio de 510 USD/ha manteniendo las demás variables constantes.

Respecto a las características de la UPA, se observa que en medida que los agricultores dedican más tierras a la siembra de *Musas*, el rendimiento/ha disminuye debido a limitaciones en capital de inversión, teniendo que por cada hectárea adicional que el agricultor siembre, el rendimiento/ha se ve afectado en 61,15 USD/ha.

Además las variables referentes a la calidad de suelo van relacionadas con otros factores, entre los más importantes: la zona de cultivo, el nivel de educación, y el nivel de ingresos. Como se vio en la sección 4.1, el suelo D era característicos del sector más desprotegido, mientras que el suelo E se relacionaba con las UPAs que tenían mayores facilidades para manejar su producción.

Así, los agricultores relacionados a un suelo E incrementan su producción en 610,88 USD/ha, mientras que los agricultores con suelo D incrementarán su producción solo en 340,48 USD/ha.

Por el lado de las actividades de manejo del cultivo, se ajustaron como insumos directos a la producción “aplicación de fertilizantes”, “aplicación biocontroladores”, “deschante” y “enfunde”. Sin embargo, como se mencionó en la sección 4.1 cuando se caracterizó las dos zonas, en La Maná existe un problema de asimetría de información respecto al manejo cultural del banano y plátano.

La única variable que influye positivamente de manera directa al cultivo es la aplicación de fertilizantes. Por cada dólar adicional que se invierta en esta actividad la producción se incrementará en 3,73 USD/ha. Entre tanto, el enfunde al estar mal aplicado decrecerá la producción en 2,27 USD ha. El deschante afectará la producción en 3,15; y la aplicación de biocontroladores en 12,83 USD/ha por cada dólar que se invierta.

En cuanto a la biodiversidad, el poseer monocultivos, es decir una sola variedad, significa ingresos mayores. En medida que la biodiversidad intraespecífica aumenta la producción disminuye (Índice de Simpson). Así un monocultivo incrementará su producción en 784 USD/ha. Al no existir mercado para todas las variedades existentes de *Musas*, los agricultores con altos niveles de biodiversidad venden solo la proporción correspondiente al cultivar demandado por el mercado, el resto de la producción se distribuye entre autoconsumo y desechos. Si por el contrario, todos los cultivares sembrados tuvieran las mismas posibilidades de compra, esta realidad fuera totalmente a la inversa, lo que equivale a que, los ingresos de aquellos agricultores con alta diversidad intraespecífica fueran superiores que la de los agricultores con monocultivo, y además más estables en el tiempo.

Ante esta situación, cabe destacar lo que se dijo en la sección 4.1, sobre que los agricultores más desprotegidos eran los que poseían mayor diversidad intraespecífica, y que no necesariamente un monocultivo garantiza alto nivel de ingresos.

Las variables del modelo de control de daño para Picudo Negro, que contribuyeron a explicar el modelo son PICUDO_2_0 (nivel de daño bajo) PICUDO_3_0 (nivel de daño medio).

Además, el hecho de que un agricultor logre controlar Picudo Negro significará un aumento en el ingreso de 678,80 USD/ha, mientras que cuando se obtiene nivel

de daño medio la producción se verá afectada en 946 USD/ha manteniendo las demás variables constantes.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

5.1.1 OBJETIVO 1: COMPOSICIÓN SOCIAL DE LAS UNIDADES PRODUCTIVAS AGROPECUARIAS

1. A través del índice de Shannon, se observó que el sector La Maná posee mayor biodiversidad que El Carmen, no solo a nivel local, sino también a nivel de UPA.
2. El sector La Maná es más tecnificado que El Carmen, dado que poseen las herramientas necesarias para realizar las actividades de manejo de cultivo. Sin embargo, la falta de instrucción o capacitación por parte de técnicos, hace que estas actividades se realicen de una manera ineficiente y a veces perjudicial al cultivo, dando como consecuencia, que este sector obtenga niveles de ingreso por debajo a los de El Carmen.
3. El sector El Carmen tiene una ventaja sobre el sector La Maná: acceso a capacitación de parte de Instituciones. Por tanto, con pocos recursos pueden realizar un manejo más eficiente de su cultivo, su infraestructura de trabajo es artesanal, pero eso no les limita a obtener ingresos altos. Además, el costo de transporte de la fruta es inferior al de La Maná.
4. El hecho que La Maná incurra en mayores costos de transporte que El Carmen, se debe a que las vías del Carmen están en mejores condiciones que las de La Maná, esto está implícito al mercado objetivo de ambos. Así, se concluye que el mercado de El Carmen posee mejores condiciones viales, garantizándose la generación de divisas por la exportación de plátano barraganete, a diferencia de aquellos que garantizan la soberanía alimentaria del país. Esto lo podemos reafirmar observando quienes reciben más capacitación.

5. A través del análisis de correspondencias múltiples, se identificó cinco sectores, dos en El Carmen, ambos con tendencia al monocultivo y tres en La Maná, uno con tendencia al policultivo, otro con alta biodiversidad y un pequeño sector con monocultivo.
6. Los sectores con mayor biodiversidad son los más desprotegidos, sin embargo, el apoyo que tienen en la biodiversidad hace que sus ingresos no sean los más bajos del grupo. Además, se concluye que la biodiversidad intraespecífica por sí sola, no garantiza altos rendimientos, el rol que cumple el hombre en el manejo del cultivo es fundamental. De ahí la importancia de dar asistencia técnica al pequeño agricultor. (Conclusión sacada del ACM)
7. El monocultivo como tal, no es la mejor estrategia de siembra para el pequeño agricultor, ya que el pequeño grupo encontrado en La Maná se asoció con los niveles de ingreso más bajos de los cinco grupos. Los que tenían recursos para manejar su cultivo, lograban ingresos considerablemente buenos. Pero, los que no poseían las herramientas y los recursos necesarios, se identificaron como el grupo en peores condiciones (vivienda en malas condiciones, ingresos más bajos). (Tomado del ACM)
8. Los sectores que registran mayor uso de agroquímicos, muestran también una degradación del suelo. Lo que nota la insostenibilidad de los cultivos del pequeño agricultor al largo plazo. (Tomado del ACM)

5.1.2 OBJETIVO 2: FACTORES AGROSOCIOECONÓMICOS QUE INCIDEN EN LA ADOPCIÓN DE ESTRATEGIAS DE USO DE LOS CULTIVARES *Musa spp.*

9. El pequeño agricultor, siembra sus cultivares pensando más en sus necesidades de alimentación. Además, sabe cuáles son los cultivares que el mercado requiere. Así, lo que el mercado demanda actualmente es el barraganete, el orito, dominico y dominico hartón.

10. Los cultivares preferidos al paladar del pequeño agricultor, no necesariamente son los que consume el mercado. Estos son el dominico, guineo filipino, banano comercial, maqueño verde y guineo seda. Hecho que se vio reflejado en el AFC realizado para analizar qué motivó a sembrar dentro de la parcela determinada variedad.
11. A través del AFC, se concluyó que las variedades de menos aceptación para el agricultor fueron el guineo de jardín o enano, platanillón, plátano Santo Domingo y FHIA dominico. Esto se concluyó porque estos cultivares se separaron del grupo destinado al consumo y a la venta, asociándose más a la modalidad CURIOSIDAD.
12. El dominico resultó ser el cultivar más controversial. Por un lado su importancia en la contribución para soberanía alimentaria ecuatoriana, pero por otro, su susceptibilidad a la Sigatoka Negra lo hace uno de los peores cultivos al momento de sembrar. Pero, la importancia de este cultivo es tal, que ya se identifican cultivares de mejores características, aparentemente con mejor comportamiento frente a la sembrada normalmente. Esto se pudo apreciar en el AFC realizado para contrastar los cultivares con la resistencia de estos a enfermedades o plagas.
13. En el AFC para enfermedades, se pudo apreciar el rol de la biodiversidad intraespecífica para dar mayor resistencia a los cultivares en cuanto a plagas y enfermedades. Por un lado se presentó el cultivar dominico como el más susceptible, mientras que por otro el cultivar “dominico mejorado” como el más resistente a Sigatoka Negra. Esta resistencia para ese nuevo cultivar se logró a través de la biodiversidad intraespecífica (ver sección 2.1)
14. Del AFC que asoció cultivares y enfermedades, se concluyó al dominico como el cultivar más susceptible, pero no se pudo identificar un cultivar, al cual se lo podía considerar el más resistente. Así, por un lado el guineo de jardín es muy resistente a la patilla u hormiga, mientras que el maqueño verde al nematodo y

picudo, y el dominico mejorado a la Sigatoka Negra. Pero una resistencia absoluta no se encontró. Razón, que justifica la propuesta de mayor diversidad intraespecífica, para garantizar la producción.

15. Asociando los dos AFC realizados, se concluye que los cultivares considerados como más resistentes, no son los que el agricultor más siembra. Se observó, que el barraganete, cultivo de exportación, que en inicio se lo sembró pensando en su resistencia (AFC que asoció cultivares con motivos de siembra), registra afectación media de plagas, es decir, posiblemente está perdiendo resistencia (AFC que relacionó cultivares con enfermedades). Lo que concluye que a futuro presentará problemas con las plagas, hasta llegar a ser un cultivo susceptible como el dominico.

5.1.3 OBJETIVO 3: IMPACTO DE LA BIODIVERSIDAD INTRAESPECÍFICA EN EL USO DE INSUMOS DE CONTROL QUÍMICO

16. A través de las muestras en la plantación tomadas por técnicos de E.E. Tropical Pichilingue, se observó que en las UPAs con mayor biodiversidad existía menor afectación de las plagas. Con la ayuda del modelo de uso de agroquímicos (Tablas [24], [28] y [33]), se comprobó un menor uso de los mismos a mayores niveles de biodiversidad.
17. En el modelo general para ambas zonas se observó que los agricultores para el grupo de El Carmen usan más agroquímicos que su contraparte de La Maná. Hecho que podría ser causa de los diversos niveles de biodiversidad intraespecífica, a más de los requerimientos que demandan el mercado objetivo de ambos sectores.
18. Los modelos de uso de agroquímicos, difieren mucho en sus resultados. Sin embargo comparten características con tendencia común en ambas zonas. Así, el hecho de sembrar una sola variedad, incide en un mayor uso de agroquímicos independientemente del lugar. La edad del jefe, sinónimo de

experiencia y la edad del cultivo, sinónimo de adaptación del cultivo a su entorno influyen en la reducción de agroquímicos. Además de que los daños causados por Sigatoka Negra requieren de un mayor uso de agroquímicos en ambas zonas, lo cual refleja que el agricultor reconocería muy bien esta enfermedad por hongo.

19. Otro factor que destaca en el modelo general (Tabla [33]), es el poco control prestado de los agricultores a los daños causados por la plaga conocida como hormigas o patilla, posiblemente porque no afectaría la producción.
20. Del modelo general también se desprende que a mayor nivel de educación, existirá una mayor conciencia sobre el manejo en las dosis de agroquímicos, por tanto una mayor tendencia a su reducción.
21. Además se observó el deshierbe manual como una alternativa muy utilizada por los agricultores a la aplicación de herbicidas.
22. Del modelo de insumos químicos de control realizado para El Carmen (ver Tabla [24]), se desprende que, a falta de una mayor biodiversidad intraespecífica, la sostenibilidad del cultivo pasa a depender de otros factores, como es el caso del tipo de suelo, donde mientras la calidad de este se alejaba de los requerimientos señalados por los técnicos, se requería de un mayor uso de agroquímicos.
23. Como aspectos contradictorios en ambas zonas, destacan las actividades de manejo, observando por ejemplo que el deshoje influye positivamente en la reducción de agroquímicos en El Carmen, mientras que en La Maná se favorece el aumento de químicos. Lo cual induce a pensar que en La Maná están mal entendidas las actividades de manejo. Esto se corrobora con la variable capacitación, que afecta positivamente en El Carmen y es deficitaria en La Maná. De aquí la importancia de que las personas sean adecuadamente capacitadas

24. Se observó que para la plaga Picudo Negro, los agricultores de La Maná la desconocen, o conociéndola no utilizan agroquímicos para combatirla. En El Carmen la alta incidencia de esta enfermedad favorece el incremento de agroquímicos, mientras que en La Maná va asociado a una disminución del mismo. Hecho que refleja la asimetría de información existente entre ambas zonas con respecto al manejo del cultivo y plagas.

25. El hecho de adoptar, la biodiversidad intraespecífica como una alternativa de control de plagas, requiere de una visión más amplia de la producción en la UPA, especialmente en los conceptos de manejo del agricultor jefe de hogar, pues, pasar de una agricultura monótona que usa agroquímicos, a convertirse en un manejo sostenible del predio, requiere de la inclusión de conocimientos ancestrales y culturales en la forma de hacer agricultura, pero sobre todo, la generación de conocimiento relativo a las propiedades genéticas de la planta, de modo que los cultivares adquieran mayor funcionalidad y maximicen la ganancia del agricultor.

26. El agricultor, da mayor control a las enfermedades que son más visibles a sus ojos, como la Sigatoka Negra, que aquellas que son difíciles de detectar, como es el Picudo Negro.

5.1.4 OBJETIVO 4: IMPACTO DE LA DIVERSIDAD INTRAESPECÍFICA EN LA PRODUCCIÓN DE BANANO Y PLÁTANO

27. A través del modelo de control del daño (ver Tablas [35] y [36]), se concluye que la biodiversidad, definitivamente, puede utilizarse como un método de control de plagas. Así, para el caso de Picudo Negro, es la variable de mayor influencia.

28. Además, se observó que la aplicación de agroquímicos, al buscar solucionar un problema, deja abierta las posibilidades al incremento del daño por Picudo Negro. Este hecho no estaba contemplado en la presente tesis, es decir “los

agroquímicos cuando son mal utilizados favorecen la propagación y generación de plagas”. Presentándose como la novedad de la presente tesis, dejando la puerta abierta a futuras investigaciones.

29. El cultivo de banano se caracteriza por ir acompañado de muchas actividades culturales para su buen manejo. Así, para el “modelo de control del daño” se desprende que estas actividades culturales contribuyen a disminuir el nivel de daño causado por Picudo Negro.
30. Respecto a la función de ingresos, se corroboró el hecho de que El Carmen obtiene mayores ingresos que La Maná, con lo cual, se nota que los altos ingresos que se obtenga, dependen más de la vinculación que se tiene con las necesidades del exterior, que de la satisfacción de las necesidades alimentarias.
31. Además, se concluye que la función de “nivel de daño”, aporta muy bien a la formación de la función de producción. Por tanto la idea de Lichtenberg y Zilberman, de utilizar un modelo de “control del daño” dentro de la función de producción se rectifica con el presente estudio.
32. A través de los modelos de producción se observó que ambos sectores respondían a distintas variables para el ajuste del modelo. Por la tanto dos realidades totalmente distintas.
33. En La función de producción para el sector El Carmen, la variable que representó mejor la función de control del daño fue “niveles de daño medio” (Picudo_3_0). Mientras que el grupo de La Maná se vio mejor representado con dos variables de control de daño: nivel de daño bajo (Picudo_2_0) y nivel de daño medio (Picudo_3_0). Partiendo del hecho que El Carmen posee los niveles más bajos de biodiversidad intraespecífica y La Maná los más altos, se concluyó que a mayor biodiversidad intraespecífica existe mejor control de plagas y enfermedades.

34. En el caso El Carmen no se pudo ver el “efecto precio” por parte de la biodiversidad intraespecífica, debido a que se siembra mayormente Barraganete. Para el Caso La Maná, se determinó que a mayor biodiversidad, el nivel de ingresos disminuía. Así, no necesariamente el vender diversas variedades genera mayores niveles de ingresos. Esto se debe particularmente a la poca o inexistente promoción de los cultivares existentes en finca; al estar éstos en el anonimato, su venta se realiza parcialmente y a precios bajos, o simplemente no se vende.
35. La biodiversidad intraespecífica contribuye a la sostenibilidad de la producción agrícola, ayudando a controlar el nivel de plagas en la finca, reduciendo el nivel de uso de agroquímicos, volviendo la producción de musas más sostenible, donde los químicos solo se usen en caso extremo, y con el debido conocimiento y precaución.

5.2 RECOMENDACIONES

El uso de técnicas econométricas aplicadas en el sector agrario y biodiversidad requiere de más estudios aplicados a fin de que la toma de decisiones se base en los conocimientos y parámetros generados y no en la percepción de las personas.

La función de producción Lichtenberg y Zilberman (LZ) es útil en casos donde lo que se quiere analizar es rentabilidad. Sin embargo, para estudiar sostenibilidad, la función “control del daño” es la herramienta más adecuada, donde el investigador deberá centrarse, pues esta se interpreta a través de unidades de riesgo de daño, entretanto en la LZ solo se puede ver productividad, y la biodiversidad podría no verse bien representada.

Se recomienda tomar en cuenta el mercado objetivo al cual se encamina la producción, la aplicación de un modelo de producción para varias zonas solo es

viable si la orientación al mercado se mantiene. De lo contrario, puede generarse inconsistencia en los resultados obtenidos.

Para la aplicación de la biodiversidad como una alternativa de control de plagas y enfermedades es necesaria la recuperación de los conocimientos tradicionales o denominados ancestrales, en el manejo del cultivo. Si estos no están claros, (conocimientos) en la función de producción, los rendimientos pueden ser ínfimos.

De lo anterior se desprende, la necesidad de capacitación continua en manejo de cultivo y modos de distribución de los cultivos en la parcela, por lo general el agricultor, no cree, que sembrar varias especies, le brindará mayor sostenibilidad. Sin embargo, con experiencias dadas en la EET Pichilingue, se observó que los agricultores invitados a analizar los ensayos con alta biodiversidad, se iban convencidos que era un método innovador y adecuado a sus alcances. Además reconocían que en principio, esto parecía algo idealista. Por tanto la intervención de institutos como el INIAP, será fundamental.

La conciencia social es un factor primordial. De qué sirve sembrar guineo de jardín, si la gente prefiere tipo Cavendish, de qué sirve sembrar, plátano cuatro filos o Santo Domingo, si en el paladar humano está posicionado el barraganete. La promoción o marketing que brinden los distribuidores, el estado, u otras entidades, es importante para posicionar los nuevos productos en el mercado, al ser el pequeño productor, sector de recursos limitados y aislado de la plaza de distribución.

La generalización de una estrategia productiva basada en la biodiversidad intraespecífica solo será sostenible si el agricultor es consciente de las ventajas que se derivan de ella, pues esta puede ser menos productiva que la agricultura basada en el uso de agrotóxicos y monocultivos, pero en el largo plazo siempre será menos sostenible que la primera. No se trata entonces de seleccionar una estrategia autoexcluyente sino de generar tecnologías que, combinen los dos

modelos de producción, maximizando sus potenciales y minimizando sus problemas.

ACRÓNIMOS

ACM	Análisis de Correspondencias Múltiples
AEBE	Asociación de Exportadores Bananeros del Ecuador
AFC	Análisis Factorial de Correspondencias
BCE	Banco Central del Ecuador
CINCAE	Centro de Investigación de la Caña de Azúcar
CIP	Centro Internacional de La Papa
DENAREF	Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos
ESPAC	Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua
FAOSTAT	Food and Agriculture Organization of the United Nations.
FINAGRO	Fondo para el Financiamiento del sector Agropecuario
FLACSO	Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales del Ecuador
GFAR	Global Forum on Agricultural Research
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INIAP	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
IPGRI	Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos
MAGAP	Ministerio de Agricultura Acuicultura Ganadería y Pesca del Ecuador
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo
USAID	Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional
USFQ	Universidad San Francisco de Quito
UTPL	Universidad Técnica Particular de Loja

REFERENCIAS

- [1]. **ABASCAL, E.; GRANDE I. 1989.** *Métodos Multivariantes para Investigación Comercial.* Teoría, aplicaciones y programación BASIC. [ed.] Editorial Ariel. Barcelona, Esp. 218 p.
- [2]. **ACCIÓN ECOLÓGICA. 2002.** *El Impacto de las bananeras en el Ecuador.* TXT. Consultado: 08-06-2011. Disponible en: <http://www.accionecologica.org/salud-y-ambiente/plaguicidas/445-impacto-de-las-bananeras-en-ecuador>
- [3]. **ACTION BIOSCIENCE, 2002.** *Entrevista a Norman Borlaug, padre de la revolución verde.* [ed.] American Institute of Biological Sciences. PDF. Disponible en: http://www.croplifela.org/pages_html/pdfs/nb.pdf. Consultado: 17-12-2011
- [4]. **ALTIERI, M; NICHOLS, C. 2000.** *Agroecología.* Teoría y práctica para una agricultura sustentable. [Ed.] Serie textos básicos para la formación ambiental. México, Mx. 250 p.
- [5]. **ARIAS P., DANKERS C., PASCAL L., PILKAUSKAS P.** *La economía mundial del banano 1985-2002.* [ed.] Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Servicio de materias primas, productos tropicales y hortícolas. Dirección de productos básicos y comercio. Roma, Italia. 91 p.
- [6]. **ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE. 2008.** *Constitución política de Ecuador Sumak Kawsai.* Celebrada en Montecristi, Manabí.
- [7]. **BIOVERSITY INTERNATIONAL. 2006.** *Conservación y uso de la biodiversidad genética cultivada para control de plagas en apoyo a la agricultura sostenible.* CAP Ecuador. *Un proyecto de investigación y desarrollo para el uso de la agrobiodiversidad a favor del bienestar rural.* Agencia de ejecución nacional: INIAP. Agencia de implementación: BIOVERSITY. Quito, Ec. 2006
- [8]. **CASTILLO, C.; LUIS, C. 2001.** *Propuesta alternativa de uso metodológico multivariante para la clasificación socioeconómica del hogar. Su aplicación a la encuesta de condiciones de vida de la ciudad de Quito y Guayaquil.* Tesis previa a la obtención del título de ingeniero matemático. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ciencias. 225 p.
- [9]. **CEDEÑO, G. 2010.** Evaluación del comportamiento de doce cultivares de *Musa spp*, inoculados con *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. *Agente causal de la sigatoka*

- negra*. Previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad técnica de Manabí. Manabí, Ec. 77 p.
- [10]. **CIP-UPWARD. 2003.** *Conservación y uso sostenible de la biodiversidad agrícola: Libro de Consulta*. [ed.] Centro internacional de la papa – perspectivas de los usuarios con la Investigación y el desarrollo agrícola. Los Baños, Laguna, Filipinas. 257 p.
- [11]. **DELGADO A, JC; JÁTIVA S, P. 2010.** *Políticas institucionales de investigación, Transferencia de Innovaciones y prestación de servicios tecnológicos*, Quito, Ecuador INIAP, Dirección General, Dirección de Planificación y Economía Agrícola.
- [12]. **DÍAZ, F. 2010.** *El proceso de domesticación de las plantas*. [Ed.] Revista casa del tiempo. Vol. III. Época IV. Número 28. México, Mx. 66-69 p.
- [13]. **FERNÁNDEZ, A. 1995.** *El cultivo del banano en el Ecuador. Cultivo de plagas y enfermedades*. [ed.] Gra Firam S.A. Segunda edición. Ecuador. 291 p.
- [14]. **GUJARATI, D. 2003.** *Econometría*. [ed.] Mc Graw Hill Interamericana. Tercera Edición. McGraw Hill. Bogotá Col. 824 p.
- [15]. **IPGRI, GFAR, MSSFR. 2005.** *Plataforma de Chennai para la acción*. Objetivos de las Naciones Unidas para El Milenio. La biodiversidad agrícola y la erradicación del hambre y la pobreza, cinco años después. PDF. Consultado: 17-12-2011. Disponible en: http://www.underutilized-species.org/documents/PUBLICATIONS/chennai_declaration_es.pdf
- [16]. **LARREA, C. 2004.** *Dolarización, Crisis y Pobreza en el Ecuador*. [ed.] Abyayala, IEE, FLACSO, ILDIS. Quito, Ec. 111 p.
- [17]. **LEAÑOS, L., I. X. 2006.** *Maíz transgénico en México: una amenaza a la biodiversidad*. Tesis de Licenciatura. Relaciones Internacionales. Departamento de Relaciones Internacionales y Ciencias Políticas, Escuela de Ciencias Sociales, Artes y Humanidades, Universidad de las Américas Puebla. Puebla, Mx.
- [18]. **LEVIN, R.** *Estadística para administradores*. 2da. [ed.]. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, 1988.
- [19]. **LICHTENBERG, E.; ZILBERMAN, D. 1986.** *The econometrics of damage control: Why the specification matters*. [ed.] American journal of agricultural economics. Oxford University Press. Vol. 68, N° 2. USA. 261-273 p.
- [20]. **LOBO, M. 2008.** *Importancia de los recursos genéticos de la agrobiodiversidad en el desarrollo de sistemas de producción sostenibles*. Revista Corpoica. Ciencia y tecnología Agropecuaria. Vol. 9-2. Medellín, Co. 19-30 p.

- [21]. **LÓPEZ, J. 2011.** *Comportamiento de diez cultivares de *Musa spp.* frente al ataque de *Radopholus similis**. Previo a la obtención del título de Ing. Agrónomo. Universidad técnica Estatal de Quevedo. Los Ríos, Ec. 96 p.
- [22]. **MARTÍNEZ, G. 1998.** *El cultivo del plátano en los llanos orientales. Aspectos generales y principales labores del cultivo de plátano*. [Ed.] CORPOICA, PRONATTA. Editorial siglo XX. Manual instruccional N° 01. Villavicencio, Meta Co. 58 p.
- [23]. **MAYORAL, A. 2009.** *Deuda externa y economía ecológica: dos visiones críticas. Economía política de la biodiversidad: Conocimientos ancestrales y derechos de propiedad*. [ed.] FLACSO, Ministerio de agricultura. Imprenta Rispergraf. Quito, Ec. 151 -167 p.
- [24]. **MELIC, A. 1993.** *Biodiversidad y Riqueza biológica. Paradojas y Problemas*. [ed.]. ZAPATERI, revista aragonesa de Entomología. Vol. 3. Zaragoza, Esp. 97 – 104 p.
- [25]. **NÚÑEZ, I.; GONZÁLEZ, E.; BARAHONA, A. 2003.** *La Biodiversidad: Historia y Contexto de un Concepto*. [ed.] Revista Interciencia. Vol. 28, número 007. Asociación Interciencia. Caracas, Ven. 387-393 p.
- [26]. **PÉREZ, L. 2006.** *Problemas Resueltos de econometría. Paso a Paso*. [ed.] Editorial Thomson. Magallanes, Esp. 360 p.
- [27]. **QUIMI, V. 2011.** *Banano el pan de cada día*. [ed.] Revista Campoadentro. Edición N° 13. Agosto 2011 . Guayaquil, Ec. 35-36 p.
- [28]. **RIOFRÍO, J. 2003.** *El Manejo Post Cosecha del Banano y Plátano. Administración del control de calidad en productos hortifrutícolas*. Tomo III. [ed.] Producción gráfica C.A.S. Comunicación y Asesoría Social. Guayaquil, Ec. 330 p.
- [29]. **ROMERO, L., TERÁN, P. 2011.** *Análisis conjunto aplicado a la investigación de mercados*. Proyecto previo a la obtención del título de ingeniero matemático. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ciencias. 125 p.
- [30]. **ROMERO, L.; ULLAURI, M.; MARTÍNEZ, A.; FOLGUERAS, M. 2009.** *Respuestas de genotipos mejorados de plátanos (*Musa spp.*) a *Mycosphaerella fijiensis* Morelet*. [ed.] Instituto de investigaciones de viandas tropicales (INVIT). Estudiante de maestría Agricultura Sostenible. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

- Universidad central de Villas (UCLV). PDF. Consultado: 20-12-2011. Disponible en: <http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5453/Publicaci%C3%B3ngenotipos.pdf>
- [31]. **SENPLADES. 2009.** *Plan nacional de desarrollo para el Buen Vivir*
- [32]. **SIERRA, L. 1993.** *El Cultivo de Banano y Plátano.* Producción y Comercio. [ed.] Editorial Gráficas Olímpica. Medellín, Co. 679 p.
- [33]. **TAPIA, C.; ZAMBRANO, E.; MONTEROS, A. 2008.** *Informe nacional Sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos Para La Agricultura y La alimentación.* [ed.] Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quito. Ec. 82 p.
- [34]. **TAZÁN, L. 1995.** *El Cultivo de plátano en Ecuador.* [ed.] Ministerio de Agricultura y Ganadería. Programa Nacional de Banano. Editorial Raíces. 65 p.
- [35]. **VARGAS, M. 2003.** *Biología, Embriología y Genética,* [ed.] E.P. Centro de Impresión. Quito. Ec. 280 p.
- [36]. **VÁSCONEZ, A. 2010.** *Los Límites de la División Política Administrativa y su Incidencia en el Desarrollo Socioeconómico Local. Caso el Carmen.* Tesis Para obtener el título de Maestría en Políticas Públicas con mención en Políticas Sociales. FLACSO. Quito, Ec. 128 p.
- [37]. **VÁZQUEZ, R.; ROMERO A., FIGUEROA J.; 2005.** *Paquete Tecnológico para el Cultivo de Plátano.* [ed.] Gobierno del Estado de Colima. N° 001. Colima, Mx. 72 p.
- [38]. **VÉLEZ, M. 2011.** *Reacción de diez cultivares de musa spp. al ataque de picudo negro (Cosmopolites sordidus Germar) durante el primer año de establecimiento.* Previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma. ESPE de santo domingo. Sto. Domingo, Ec. 68 p.
- [39]. **WIDAUSKY, A. 1996.** *Rice Yields, Production variability, and The War Against Pests: An empirical investigation of pesticides, Host-Plant Resistance, and Varietal diversity in Eastern China.* Tesis de Grado para Doctor en Filosofía. Stanford University. USA. 209 p.

ESTADÍSTICA ONLINE

- [1]. **ASOCIACIÓN DE EXPORTADORES BANANEROS DEL ECUADOR (AEBE)**. *Estadísticas de Exportación de Ecuador 2009* (en línea). Consultado: 21-11-2011. Disponible en: <http://www.aebe.com.ec/Desktop.aspx?Id=139>
- [2]. **BANCO CENTRAL DEL ECUADOR (BCE)**. *Estadística de exportación por código Nandina 2009* (en línea). Consultado: 21-11-2011. Disponible en: <http://www.bce.fin.ec/contenido.php?CNT=ARB0000203>
- [3]. **ESTADÍSTICAS DE LA ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAOSTAT)**. *Estadísticas de producción mundial por países líderes 2009* (en línea). Consultado: 21-03-2011. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
- [4]. **FONDO PARA EL FINANCIAMIENTO DEL SECTOR AGROPECUARIO (FINAGRO)**. *Estadística de producción agropecuaria* (en línea). Consultado: 21-11-2011. Disponible en: http://www.finagro.com.co/html/i_portals/index.php
- [5]. **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INEC)**. *Encuesta superficie y producción agropecuaria continua (ESPAC) 2009* (en línea). Consultado: 21-03-2011. Disponible en: <http://www.inec.gov.ec/home/>
- [6]. **MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA DEL ECUADOR (MAGAP)**. *Cultivos y producción* (en línea). Estadística de producción agrícola 2009. Consultado: 21-11-2011. Disponible en: <http://www.magap.gob.ec/mag01/index.php>

ANEXOS


```

Deshoje | .0039974 .00126 3.17 0.002 .001524 .006471 119.687
Roza_C~a | .0041227 .0016 2.58 0.010 .000991 .007255 14.3049
Herbic~s | -.0186468 .0056 -3.33 0.001 -.029626 -.007668 15.3551
Otros_~o | -.0252554 .01094 -2.31 0.021 -.0467 -.003811 3.25902
Destalle | .0067905 .00202 3.37 0.001 .002839 .010742 47.7107
Resiem~a | -.013599 .00839 -1.62 0.105 -.030038 .00284 5.78098
PicudoP | -.2714073 .08475 -3.20 0.001 -.437519 -.105295 3.49902

```

```

-----
mfx, predict(outcome(3))
Marginal effects after ologit
y = Pr(Picudo==3) (predict, outcome(3))
= .73575472

```

```

-----
variable | dy/dx Std. Err. z P>|z| [ 95% C.I. ] X
-----+-----
Biodiv~d | 2.56859 .75556 3.40 0.001 1.08772 4.04946 .63122
Deshje | -.0043949 .00195 -2.25 0.024 -.008216 -.000573 25.8049
Deshoje | -.0042108 .00127 -3.31 0.001 -.006701 -.00172 119.687
Roza_C~a | -.0043428 .00164 -2.65 0.008 -.007559 -.001127 14.3049
Herbic~s | .0196424 .0056 3.51 0.000 .008665 .03062 15.3551
Otros_~o | .0266038 .0112 2.38 0.017 .004662 .048546 3.25902
Destalle | -.007153 .00201 -3.56 0.000 -.011088 -.003218 47.7107
Resiem~a | .014325 .00871 1.65 0.100 -.002741 .031391 5.78098
PicudoP | .2858979 .08451 3.38 0.001 .120254 .451542 3.49902

```

```

-----
mfx, predict(outcome(4))
Marginal effects after ologit
y = Pr(Picudo==4) (predict, outcome(4))
= .00392938

```

```

-----
variable | dy/dx Std. Err. z P>|z| [ 95% C.I. ] X
-----+-----
Biodiv~d | .0532943 .05605 0.95 0.342 -.056565 .163154 .63122
Deshje | -.0000912 .0001 -0.87 0.383 -.000296 .000113 25.8049
Deshoje | -.0000874 .00009 -0.96 0.339 -.000266 .000092 119.687
Roza_C~a | -.0000901 .0001 -0.93 0.351 -.00028 .000099 14.3049
Herbic~s | .0004075 .00043 0.96 0.339 -.000428 .001243 15.3551
Otros_~o | .000552 .00062 0.89 0.374 -.000664 .001768 3.25902
Destalle | -.0001484 .00016 -0.95 0.341 -.000454 .000157 47.7107
Resiem~a | .0002972 .00037 0.80 0.424 -.000431 .001025 5.78098
PicudoP | .0059319 .00622 0.95 0.340 -.00625 .018114 3.49902

```

ANEXO B- VALORES ESTIMADOS DEL MODELO DE CONTROL DEL DAÑO PARA PICUDO NEGRO

obs	I_PICUDO_0	PICUDO_1_0	PICUDO_2_0	PICUDO_3_0	PICUDO_4_0
			2.859250000000000		
1	22.66476	1.17142e-07	1e-06	0.00213633	0.9978607
			0.094370700000000		
2	12.15217	0.00428949	001	0.8888153	0.0125245
3	14.08271	0.000624565	0.0150065	0.9039686	0.0804004
4	22.84587	0	2.3856e-06	0.00178306	0.9982145
	5.111204000000000			0.007921879999999	
5	1	0.8311324	0.1609346	9999	1.11014e-05
6	9.456794	0.0599785	0.5585178	0.380648	0.000855615
					0.004011169999999
7	11.00498	0.0133856	0.2429675	0.7396357	9999

8	7.072057	0.409223	0.5370141	0.0536841	7.88747e-05
9	16.32783	6.61874e-05	0.00161283	0.5461233	0.4521977
10	18.48097	7.68608e-06	0.00018757	0.1231266	0.8766781
			0.00058555399999		
11	17.34213	2.40043e-05	99999	0.3046229	0.6947676
12	20.58767	9.34929e-07	2.28197e-05	0.0167992	0.983177
13	18.75034	5.87113e-06	0.000143284	0.0968774	0.9029734
14	11.31934	0.00981036	0.1912998	0.7934052	0.0054847
	29.1730899999999				
15	9	0	0	3.19202e-06	0.9999968
16	26.88865	0	0	3.13454e-05	0.9999686
		2.96004999999999	0.00072196399999		
17	17.13257	9e-05	99999	0.3506374	0.648611
18	16.09102	8.38716e-05	0.00204283	0.6034152	0.3944581
19	24.77877	0	3.45265e-07	0.000258455	0.9997412
20	25.44043	0	1.78153e-07	0.000133377	0.9998664
				0.04870059999999	
21	19.49023	2.8015e-06	6.83758e-05	999	0.9512282
				0.50418260000000	
22	16.49723	5.58744e-05	0.00136188	01	0.4943996
23	10.57372	0.0204554	0.3262046	0.6507303	0.00260969
24	12.20488	0.00407011	0.0900002	0.8927361	0.0131936
25	27.72018	0	0	1.36475e-05	0.9999863
26	5.750995	0.7218955	0.263169	0.0149144	2.10491e-05
	8.31776499999999				
27	9	0.1661882	0.6689101	0.1646276	0.000274067
28	6.545128	0.5398528	0.42769	0.0324106	4.65703e-05
29	15.06954	0.000232901	0.00565134	0.8041276	0.1899882
				0.04922109999999	
30	19.47905	2.833e-06	6.91444e-05	999	0.950707
31	17.96186	1.29167e-05	0.000315174	0.1908722	0.8087997
32	20.85191	7.1783e-07	1.75209e-05	0.0129489	0.9870328
		2.69014000000000	6.56578999999999		
33	19.53079	1e-06	9e-05	0.0468556	0.953076
34	28.89101	0	0	4.23225e-06	0.9999958
35	21.13102	5.4301e-07	1.32539e-05	0.00982643	0.9901598
				0.51768040000000	
36	16.44288	5.89947e-05	0.00143782	01	0.4808228
37	25.76701	0	1.28517e-07	9.62202e-05	0.9999036
38	18.35482	8.71949e-06	0.000212783	0.1373996	0.8623789
	9.24597999999999				
39	20.59878	9e-07	2.25676e-05	0.0166167	0.9833598
40	26.5226	0	0	4.52004e-05	0.9999547
41	7.924388	0.2280226	0.6544002	0.1173922	0.00018495
42	18.13315	1.08833e-05	0.000265572	0.1658237	0.8338999
				0.04087389999999	
43	13.3641	0.00128051	0.0302692	0.9275764	999
44	18.49193	7.60232e-06	0.000185526	0.121949	0.8778579
			4.37080999999999		
45	22.24037	1.7907e-07	9e-06	0.00326202	0.9967334
		0.00037432699999			
46	14.59488	99999	0.00905069	0.8632416	0.1273334
				0.03194140000000	
47	13.10824	0.00165325	0.038724	0.9276813	001
48	16.40293	6.13995e-05	0.00149634	0.5275847	0.4708576
49	10.25978	0.0277898	0.3929309	0.5773714	0.00190789
50	6.4862	0.5544526	0.4148906	0.0306129	4.39055e-05
				0.00034695800000	
51	8.553668	0.136015	0.6639854	0.1996526	00001
52	21.02149	6.05861e-07	1.4788e-05	0.0109513	0.9890333
53	27.72449	0	0	1.35888e-05	0.9999864
			3.95709000000000		
54	24.6424	0	1e-07	0.000296205	0.9997034
	9.72393699999999		0.50722579999999		
55	9	0.0465723	99	0.4450846	0.00111733
56	12.841	0.00215864	0.049944	0.9232621	0.0246353
57	4.734914	0.8776072	0.116934	0.00545119	7.6201e-06
			0.00044238099999		
58	17.62267	1.81323e-05	99999	0.2487092	0.7508302
		9.60413000000000			
59	15.95551	1e-05	0.00233853	0.6349694	0.362596
60	24.46944	0	4.70425e-07	0.000352114	0.9996474
61	20.88171	6.96756e-07	1.70065e-05	0.0125736	0.9874087

62	17.54986	1.95019e-05	0.000475778	0.2625444	0.7369603
				0.041144600000000	
63	6.792829	0.4780264	0.4807693	001	5.96594e-05
64	5.528362	0.7643208	0.223689	0.0119733	1.68479e-05
	7.36172800000000				
65	1	0.3414476	0.5880002	0.0704469	0.000105373
			3.18835000000000		
66	-5.910972	0.9999967	1e-06	1.30443e-07	0
67	2.261671	0.9883785	0.011159	0.000461907	6.42462e-07
68	0.3070622	0.9983376	0.00159689	6.54412e-05	0
			3.56093999999999		
69	-3.497831	0.9999629	9e-05	1.45692e-06	0
	0.07983419999999			5.21402999999999	
70	999	0.998675	0.00127275	9e-05	0
71	10.38794	0.0245292	0.3653143	0.6079883	0.00216819
72	5.972149	0.6754039	0.3060325	0.0185373	2.62589e-05
73	16.07666	8.50845e-05	0.00207231	0.606809	0.3910336
74	7.757954	0.2586349	0.6399875	0.101221	0.000156598
75	7.892327	0.2337156	0.6519932	0.1141121	0.000179115
76	5.261363	0.8089983	0.1817952	0.00919355	1.29001e-05
77	6.218252	0.6193113	0.3570677	0.0235875	3.35857e-05
78	10.3191	0.0262311	0.3801032	0.5916414	0.00202426
79	2.293026	0.9880128	0.01151	0.000476613	6.62926e-07
			0.00693245999999		
80	14.86382	0.000286082	9999	0.8324555	0.1603259
81	2.751764	0.9811667	0.0180785	0.000753828	1.0488e-06
82	14.45156	0.000431987	0.0104297	0.8768989	0.1122395
83	0.7100112	0.9975147	0.00238727	9.7912e-05	1.36135e-07
84	10.50733	0.0218289	0.3400162	0.6357125	0.00244247
	4.01102299999999				
85	9	0.9366631	0.0606827	0.00265054	3.69471e-06
86	2.849241	0.9792784	0.0198895	0.000830945	1.15618e-06
					0.00757161000000
87	11.64388	0.00711083	0.146844	0.8384735	0001
88	7.537173	0.3031601	0.6138799	0.0828344	0.000125578
89	9.44463	0.060668	0.5606944	0.3777923	0.000845279
	7.54806000000000				
90	1	0.3008651	0.6153428	0.0836651	0.000126953
	7.88729100000000				
91	1	0.2346186	0.6515989	0.1136042	0.000178216
92	1.629002	0.9937932	0.0059611	0.000245405	3.41258e-07
			0.04525980000000		
93	3.699998	0.9527941	001	0.00194342	2.7071e-06
94	-2.944543	0.9999355	6.19216e-05	2.53352e-06	0
	8.38486100000000				
95	1	0.1570977	0.668552	0.1740573	0.000293082
		0.08733970000000			
96	9.051437	001	0.6212467	0.290843	0.000570634
		5.15804999999999			
97	16.57719	9e-05	0.00125736	0.4843038	0.5143873
					3.61311999999999
98	3.988693	0.937975	0.0594293	0.00259216	9e-06
		0.00911250000000			
99	11.39383	0001	0.1802946	0.8046865	0.00590639
100	7.536851	0.3032281	0.6138363	0.08281	0.000125538
101	19.24471	3.58111e-06	8.74018e-05	0.0614183	0.9384907
102	12.37055	0.00345087	0.077419	0.9035962	0.0155339
103	0.6486716	0.9976622	0.00224558	9.20872e-05	1.28036e-07
104	-3.240655	0.9999521	4.60522e-05	1.88419e-06	0
				3.68743999999999	
105	-2.569219	0.9999062	9.01219e-05	9e-06	0
106	2.419813	0.9864144	0.0130439	0.000541004	7.52537e-07
107	4.325361	0.915252	0.081117	0.00362596	5.05935e-06
	8.90201700000000				
108	1	0.1000077	0.6384462	0.2610546	0.000491473
				6.52322000000000	
109	0.3038624	0.9983429	0.0015918	1e-05	0
	9.35462500000000	0.06600459999999			
110	1	999	0.5762907	0.3569321	0.000772579
			0.00056163999999		
111	17.38385	2.30234e-05	99999	0.2958725	0.7035428
112	8.092421	0.1998002	0.6640382	0.1359428	0.000218784
113	2.9929	0.9761534	0.0228861	0.000959195	1.3348e-06

114	6.468731	0.558764	0.4110941	0.0300987	4.31451e-05
115	3.527653	0.9599682	0.0383932999999999999	0.00163626	2.27854e-06
116	9.004565	0.0911489	0.6270206	0.281286	0.00054451900000000001
117	11.34495	0.009564649999999999	0.1874618	0.7973473	0.0056262
118	3.289049	0.9681956	0.0305132	0.00128937	1.79486e-06
119	5.841056	0.7034586	0.2802214	0.016297	2.30327e-05
120	6.617149	0.5219182	0.4432851	0.0347467	5.00479e-05
121	11.83166	0.00590059	0.1251504	0.8598276	0.00912144
122	1.668299	0.993546	0.00619842	0.000255239	3.54936e-07

ANEXO C—ANEXOS DEL CD

- ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES PARA ANALIZAR LA COMPOSICIÓN SOCIAL DE LAS ZONAS DE ESTUDIO
- ANÁLISIS FACTORIAL DE CORRESPONDENCIAS PARA ANALIZAR LOS MOTIVOS DE SIEMBRA DE LOS CULTIVARES
- ANÁLISIS FACTORIAL DE CORRESPONDENCIAS PARA ANALIZAR LA RESISTENCIA DE LOS CULTIVARES
- BASES DE DATOS PARA EL MODELO DE INSUMOS QUÍMICOS DE CONTROL
- BASES DE DATOS PARA EL MODELO DE PRODUCCIÓN LZ



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS**

ORDEN DE EMPASTADO

De acuerdo a lo estipulado en el artículo 83 del Reglamento del Sistema de Estudios de las carreras de Formación Profesional y de Postgrado, aprobado por el Consejo Politécnico en sesión del 16 de agosto de 2011 y una vez verificado el cumplimiento del formato de presentación establecido, se autoriza la impresión y encuadernación final del Proyecto de Titulación presentado por el señor **JUAN CARLOS MARCILLO DELGADO**.

Quito, D.M., 25 de abril de 2012

Edoardo Ávalos Ph D
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS