# CAPITULO # 4

**4 (Análisis Multivariado) Relación de la deforestación con otras variables**

Hasta el momento se ha visto que la deforestación en el Ecuador tiene un comportamiento creciente y lineal en el tiempo, además que sus causas en el mundo son varias. Pero ¿cuales son las causas principales de deforestación en el Ecuador?. ¿Cómo será el futuro en el País?. ¿Hasta cuando podemos sobrevivir con la presente tasa anual de deforestación?.

Estas son unas de las preguntas que deseamos contestar con el siguiente análisis estadístico, para ello revisemos un poco sobre las variables macroeconómicas del país, además de otros tipos de variables que pueden estar relacionadas con la deforestación, tomando como base lo expresado en el capitulo # 2 en cuanto a causas se refiere.

**4.1 VARIABLES**

Pueden existir muchas variables que estén relacionadas con la deforestación y su determinación es bastante dificultosa, sin embargo de acuerdo con lo expresado en el capítulo número dos, se escogerá las causas primordiales de deforestación en el mundo para ver su incidencia en el Ecuador, además debido al comportamiento que se tiene en la curva de deforestación se las puede analizar o correlacionar con otras variables macroeconómicas del país, así se podría crear un modelo forestal, el cual nos permita tener una perspectiva de lo que puede suceder, las variables a utilizar son:

1. Población Nacional
2. Población Urbana
3. Inflación
4. Producto Interno Bruto (PIB)
5. Importaciones
6. Exportaciones
7. Producción de petróleo
8. Producción agrícola
9. Inversión en la agricultura
10. Deforestación
11. Reforestación
12. Extracción forestal maderera
13. Exportación de productos forestales
14. Fondos para fomento y desarrollo forestal

Es necesario recalcar que de ningún modo el orden, con el que las hemos nombrado influye en su participación, y ni mucho menos por el hecho de ser mencionadas están relacionadas directamente con la deforestación, eso es lo que queremos determinar con el análisis respectivo, para tener en claro, qué necesitamos de cada variable; se realiza una breve descripción de ellas y por que razón son tomadas en consideración, pero para el modelo de proyección de regresión múltiple solo se escogerá las que en nuestra matriz de correlación tenga gran influencia.

4.2 Análisis Univariado

En el siguiente análisis Univariado de las variables mencionadas anteriormente, se presenta una estadística descriptiva cuyo objetivo es ilustrar su definición y las estadísticas básicas tales como: la media, la desviación estándar, entre otras. También se presenta ilustraciones gráficas como: diagramas de barras, Diagramas de puntos en R2, con el fin de que nos permita saber el comportamiento de los datos en el tiempo

**4.2.1 Población Nacional.**

A nivel mundial, como ya ha sido expresado, el crecimiento inmensurable de la población ha sido y es, unas de las causas de deforestación más notoria, y nuestro país no es una excepción de eso, aún más, siendo Ecuador uno de los países con una de las tasas de crecimiento demográfico más alta de Latinoamérica, a pesar que en los últimos tiempos a disminuido, del 2.9% en 1975 al 1,9% en el 2000.

De acuerdo al Banco Central (2001), la población ecuatoriana en 1990 fue de 10´264.000 habitantes; para el 2001 se estima un crecimiento del 1.84% en relación a la población del 2000, es decir la población actual llega a los 12´879.000 habitantes. Aunque muchas personas reconocidas dicen que la población pasa los 13’000.000 millones de habitantes, estos datos seguirán siendo proyecciones y supuestos hasta que se realice el nuevo censo poblacional en noviembre del 2001.

**Tabla XVIII**

## Tasas de crecimiento de población anual

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Año** | **Taza** | **Año** | **Taza** | **Año** | **Taza** |
| 1981 | 2,93% | 1988 | 2,44% | 1995 | 2,13% |
| 1982 | 0,57% | 1989 | 2,39% | 1996 | 2,08% |
| 1983 | 2,72% | 1990 | 2,35% | 1997 | 2,04% |
| 1984 | 2,67% | 1991 | 2,31% | 1998 | 1,99% |
| 1985 | 2,60% | 1992 | 2,28% | 1999 | 1,94% |
| 1986 | 2,54% | 1993 | 2,24% | 2000 | 1,89% |
| 1987 | 2,49% | 1994 | 2,19% | 2001 | 1,84% |

Éstos datos de la tasa de crecimiento de la población ecuatoriana nos da la perspectiva, de que dicha tasa ha ido disminuyendo su valor en los últimos años, con excepción de los años 1981, 1982 y 1983 que muestran un comportamiento algo inusual, para visualizar mejor el comportamiento de la población, revisemos el gráfico 4.1.

En este gráfico se observar claramente que el comportamiento de la población en el Ecuador tiende un crecimiento constante en el tiempo, dibujando una recta a través de los años, sin embargo, a pesar de que el porcentaje anual disminuye con el tiempo, el número de personas que nacen por año aumenta, por ejemplo en 1991 donde la tasa de crecimiento fue de 2,31% con respecto a 1990, hubo 237.000 habitantes nuevos, en cambio en 1998 donde la tasa disminuyo al 1,99% hubieron 238.000 habitantes nuevos, es decir, que no por que la tasa disminuye, la población que incrementa anualmente, necesariamente va a disminuir, aunque cabe recalcar que para este año, se estima que disminuye el crecimiento a 235.000 habitantes.

**Gráfico 4.1**

La densidad demográfica se define como la cantidad de personas que viven por cada kilómetro cuadrado de extensión, en nuestro país dicha densidad se estimaba en 49,32 personas en el año 2000, pero si consideramos desde el punto de vista físico que solo el 27% del territorio nacional es habitable, tenemos que la densidad demográfica real es de 183 personas por km2.

La población ecuatoriana se la divide en dos grandes grupos que son las personas que viven en el sector rural, como el campo, o sectores alejados de las grandes ciudades, y el segundo grupo que se encuentra en el sector urbano o perteneciente a las ciudades; cada habitante del territorio ecuatoriano, tiene que pertenecer a uno, y solo un sector de acuerdo a donde viva. Es curioso ver que en el año 2000 solo el 36% de la población ecuatoriana pertenecía al sector rural, en cuanto que en 1950, más del 70% lo hacía.

**Tabla XIX**

**Evolución de la población urbana y rural (INEC 1990)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Año** | **Población Urbana** | **Población Rural** |
| 1950 | 28,5% | 71,5% |
| 1962 | 35,3% | 64,7% |
| 1974 | 41,4% | 58,6% |
| 1982 | 49,0% | 51,0% |
| 1990 | 55,4% | 44,6% |
| 1997 | 62,0% | 38,0% |
| 2000 | 64,0% | 36,0% |

De acuerdo a CASIGNIA (1996), el proceso de concentración de la población en las ciudades obedece a:

* La existencia de poco incentivo para la agricultura y la pecuaria en el agro.
* La extrema subdivisión de la tierra en el campo, lo que impide la supervivencia de la descendencia del agricultor (principalmente en la Sierra), y.
* Las pequeñas posibilidades de obtención de servicios básicos en las zonas rurales.

Además para el año 1996 las carencias del área rural se manifestaron también, en que el 47 % de la población del agro era deficitaria en energía eléctrica, lo que ha originado en las últimas décadas, que el aprovisionamiento de leña y carbón (sustitutos tradicionales de la energía eléctrica en el Ecuador), se constituya en uno de los causales de la deforestación de los bosques nativos. De acuerdo a CAAM & MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS (1995), en el año de 1994, el consumo de leña para uso doméstico a nivel rural ascendió a 4´708.889 m3 de madera de un total nacional de 4´877.778 m3.

Considerando que en el año 2000 la población fue de 12’646.000 habitantes, y que la población rural llegó al 36%, hace pensar que el consumo de leña tuvo que disminuir, pero sin embargo el consumo aumentó debido al índice de pobreza del país a un total 4´520.560 personas en el campo y 3´667.340 en la ciudad, ya que consideraron a la madera como parte del abastecimiento de parte de la energía necesaria para sus hogares.

**Tabla XX**

**Consumo residencial (urbano y rural) e industrial de leña en 1994   
(en m3) (CAAM & MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS 1995)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Uso | **Urbano** | | **Rural** | |
| **Cocción**  **Agua caliente** | 86.111  78.889 | 51 %  47 % | 4´590.556  114.444 | 97 %  2 % |
| **Acondicionamiento ambiental** | 3.889 | 2 % | 3.888 | 1 % |

**Tabla XXI**

**Consumo residencial total de leña en 1994**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Total** | \*168.889 | 100 % | \*4´708.889 | 100 % |
| **Porcentaje** | **\*4 %** |  | **\*89 %** |  |
| **Industria** | \*394.444 | **\*7%** |  |  |
| **\*Total** | 5´272.222 | **100 %** |  |  |

En el Ecuador la mayor concentración de personas se encuentra en la región Costa, llegando hasta el 50% de la población nacional, en la región sierra se encuentra un 44% y el 6% restante se divide entre el oriente y la región insular, su comportamiento en el tiempo se encuentra en la tabla XXII:

**Tabla XXII**

**Población por Regiones (x 1000 habitantes) (INEC)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Año** | Total | **Regiones** | | | |
| **Costa** | Sierra | **Oriente** | **Galápagos** |
| 1990 | 10.264 | 5.090 | 4.661 | 503 | 10 |
| 1991 | 10.502 | 5.213 | 4.753 | 525 | 11 |
| 1992 | 10.741 | 5.337 | 4.849 | 564 | 11 |
| 1993 | 10.981 | 5.461 | 4.944 | 564 | 12 |
| 1994 | 11.221 | 5.586 | 5.037 | 585 | 13 |
| 1995 | 11.460 | 5.710 | 5.132 | 605 | 13 |
| 1996 | 11.697 | 5.832 | 5.225 | 626 | 14 |
| 1997 | 12.582 | 5.958 | 5.364 | 645 | 15 |
| 1998 | 12.175 | 6.080 | 5.413 | 666 | 16 |
| 1999 | 12.411 | 6.197 | 5.512 | 686 | 16 |
| 2000 | 12.646 | 6.326 | 5.597 | 706 | 17 |

La situación expuesta se toma más dramática en la sierra, donde las condiciones de tenencia de las tierras impiden a los agricultores destinar parte de su pequeña propiedad al establecimiento de bosques para el abastecimiento de madera.

En general el crecimiento de la población es una variable exógena debido a que no se la puede controlar, y su crecimiento es constante, uniéndose esto a que las poblaciones (pueblos) crecen no solo en habitantes sino en extensión, metiéndose muchas veces al bosque que los resguarda.

**4.2.2 Producto Interno Bruto (PIB).**

El PIB es el valor de bienes y servicios de uso final producidos en el sistema económico, durante un período determinado. Representa la nueva riqueza generada en el ejercicio.

Esta es una de las variables macroeconómicas más importantes del País, en ella se relacionan muchos campos económicos, no debe de ser ignorada para el modelo que queremos realizar, el PIB es una variable exógena, ya que no es de directo control.

**Tabla XXIII**

**Producto Interno Bruto por Clase de Actividad Económica(1)**

## Miles de Millones de Sucres

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Periodo | **1990** | **1991** | **1992** | **1993** | **1994** | **1995** | **1996** | **1997** | **1998** | **1999** | **2000** | **2001** |
| PIB | 8.204 | 12.269 | 19.414 | 27.451 | 36.478 | 46.005 | 60.727 | 79.040 | 107.421 | 161.350 | 348.015 | 427.962 |
| **Agricultura, Caza, Silvicultura y pesca** | 1.100 | 1.762 | 2.466 | 3.323 | 4.356 | 5.482 | 7.224 | 9.557 | 12.941 | 19.607 | 36.712 | 47.897 |
| **Petróleo y minas** | 1.218 | 1.368 | 2.440 | 2.942 | 3.831 | 4.826 | 6.443 | 9.969 | 6.065 | 18.452 | 60.873 | 52.050 |
| **Industria Manufacturera** | 1.588 | 2.554 | 4.280 | 5.969 | 7.932 | 9.701 | 13.149 | 16.878 | 23.501 | 34.291 | 66.354 | 86.782 |
| **Electricidad, gas y agua** | -15 | -13 | 23 | 76 | 102 | 128 | 164 | 215 | 303 | 441 | 895 | 1.167 |
| **Construcción** | 329 | 556 | 882 | 1.340 | 1.716 | 2.112 | 2.807 | 3.668 | 5.290 | 7.296 | 14.960 | 19.877 |
| **Comercio y Hoteles** | 1.737 | 2.723 | 4.168 | 5.551 | 7.431 | 9.207 | 11.791 | 15.655 | 21.691 | 29.632 | 59.932 | 79.912 |
| **Transporte y Comunicaciones** | 708 | 1.064 | 1.505 | 2.450 | 3.383 | 4.225 | 5.523 | 7.360 | 10.260 | 15.109 | 31.536 | 40.168 |
| **Servicios financieros y a empresas (2)** | 502 | 569 | 902 | 1.376 | 1.853 | 2.532 | 3.288 | 4.330 | 6.042 | 8.954 | 18.124 | 23.697 |
| **Servicios gubernamentales, sociales y personales** | 736 | 1.067 | 1.797 | 2.938 | 4.010 | 5.436 | 7.439 | 9.862 | 13.612 | 17.387 | 35.601 | 46.397 |
| **Otros Elementos del PIB (3)** | 405 | 646 | 951 | 1.486 | 1.864 | 2.356 | 2.899 | 4.546 | 7.716 | 10.181 | 23.028 | 30.015 |

Fuente: Banco Central del Ecuador

(1) 1990, 1991 tiene carácter definitivo; 1992 semidefinitivo; 1993-1999 provisional; 2000-2001 provisional.

(2) Incluye servicios bancarios imputados.

(3) A partir de 1990, otros elementos del PIB incluye impuestos al valor agregado (IVA).

La madera y el papel tiene una influencia directa en los valores de “Industria Manufacturera”, representando un promedio del 13,5% de este rubro, y un promedio de 2.8% del total de PIB en el transcurso de esta última década.

El PIB expresado en millones de dólares, según datos del Banco Central del Ecuador se ha ido incrementando en el tiempo en forma constante, especialmente los primeros años de la década de los ochenta, pero debido a la recesión de los últimos tres años ha tenido una baja notable en su valor, con un pequeño repunte en el último año, esta variable es una de las principales de nuestro modelo debido a la gran importancia que tiene en el mercado económico. La tasa de variación del PIB en los últimos 21 años se muestra en la tabla XXIV

**Tabla XXIV**

## Tasa de variación del PIB en los últimos 21 años

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Año** | Porcentaje | **Año** | Porcentaje | **Año** | Porcentaje |
| 1981 | 8,3% | 1988 | -3,4% | 1995 | 8,0% |
| 1982 | 8,3% | 1989 | 6,4% | 1996 | 6,1% |
| 1983 | 8,3% | 1990 | 8,8% | 1997 | 3,8% |
| 1984 | 8,3% | 1991 | 6,7% | 1998 | -0,1% |
| 1985 | 8,3% | 1992 | 9,3% | 1999 | -30,0% |
| 1986 | 8,3% | 1993 | 16,0% | 2000 | 1,5% |
| 1987 | 8,3% | 1994 | 16,1% | 2001 | 23,0% |

En valores de millones de dólares en estos últimos 21 años, lo podemos observar en el gráfico 4.2, teniendo de esta forma una idea del comportamiento de la curva con relación a esta variable.

**Gráfico 4.2**

En el año 1999 el PIB tuvo una caída bastante sensible que solo llegó a 13.719’818.000 dólares, siendo un decrecimiento del 29,9 % con respecto al año 1998 que ya era bajo y su valor redondeaba en 19.760’237.810 dólares, para este año 2001, según datos del Banco Central del Ecuador se estima que el PIB va hacer de 17.118’480.000 dólares, es decir un crecimiento de 23% con respecto al año 2000. En promedio en los últimos 21 años el PIB a sido de 11’725.276 dólares anuales aproximadamente.

**4.2.3 Inflación.**

La inflación es un fenómeno económico consistente en que el dinero característico de un país en particular, pierde su valor adquisitivo.

En nuestro país, la inflación ha variado en el tiempo, teniendo al principio de los años noventa a decrecer con respecto a finales de los ochenta, sin embargo en esta última década tuvo un comportamiento exponencial, y más aún en los tres último años. Por ser una variable muy importante en la economía nacional se la ha considerado para nuestro modelo forestal, su comportamiento se observa en el gráfico 4.3.

**Gráfico 4.3**

Se puede observar que la inflación tiene un comportamiento variable, en la década de los ochenta el crecimiento era constante, sin embargo, las políticas de gobierno de fines de los años ochenta y principio de los años noventa menos en 1992 hicieron que la inflación baje de una forma notable. Los conflictos tanto políticos, como sociales afectaron en forma negativa la economía nacional disparando la inflación a niveles alarmantes, teniendo en el año 2000 un promedio del 91% de tasa de inflación.

Desde 1980 en el Ecuador tiene un promedio anual de inflación de 38,556% con una desviación estándar de 20,10% con un mínimo detectado en 1980 de 6,4% y un máximo en la crisis del 2000 que llego a bordear el 91% y la cual trajo la dolarización.

**4.2.4 Exportaciones.**

Las exportaciones es el envío de bienes de un país a otro, estas transacciones en nuestro caso particular reflejan la colocación de algún bien en el territorio aduanero de cualquier país, de productos expedidos desde el Ecuador se valoran en términos FOB; Free on Board, cláusula empleada para señalar que el precio de venta de un producto incluye los costos que demanda la colocación de la mercadería a bordo de la nave, su comportamiento se muestra en el gráfico 4.4

Nuestro país siendo agrícola por excelencia, productor de madera y poseedor de gran cantidad de petróleo, sus exportaciones se ven muy afectadas por estos factores, que a su vez en poca o baja intensidad afecta al sector forestal del país. Sin embargo su peso en la deforestación todavía no puede ser expresado en forma veraz.

**Gráfico 4.4**

Es muy bien conocido que las principales divisas que ingresan por concepto de exportación al Ecuador es debido al petróleo, es tanto así que el promedio anual de exportaciones en la última década, el 36,5% del total de divisas corresponde a este mineral y de sus derivados, este porcentaje disminuyó en los años de 1997 a 1999, llegando a alcanzar en 1998 un 22% de ingreso de divisas.

**4.2.5 Exportación de los productos forestales.**

Los productos forestales de exportación en nuestro país son variados, pero sin duda, los de gran interés y que genera grandes divisas al país son los de madera y sus derivados. Los productos forestales se los divide en madereros y no madereros.

Entre los productos no madereros tenemos la cabuya, que según FAO 1995, su producción anual sirve para producir 11’280.000 metros de tela al año. La totora que sirve especialmente para hacer esteras, aventadores, canastos entre otros. El bambú y la caña gradúa que es un producto muy versátil, especialmente para la construcción civil de la costa. La paja toquilla con sus diferentes usos, como los sombreros y las amacas. Los hongos silvestres, la tagua con el uso para botones y artesanías entre otros productos no madereros, sin embargo estos productos no son tan explotados como la madera, y ni hablar de otros que ni siquiera son tomados en cuenta como las plantas medicinales de la Amazonía, esto trae como consecuencia positiva que no sean tan perjudiciales a la deforestación, al contrario de la madera que es una de las causas de deforestación más comunes.

Los tipos de madera que más se exportan desde el Ecuador, en volumen, es la Madera en su estado bruto desde inicio de su comercialización en el año 1992. Son también importantes las exportaciones de madera contrachapada y de tableros alistonados, aglomerados y de partículas. La madera de balsa, que a partir de 1992 experimentó un vertiginoso incremento de las exportaciones de 143 toneladas en 1991 a 3.649 toneladas, fue en el año de 1994 el segundo producto maderero con la mayor contribución de divisas para el país. Los niveles de comercialización de dicho producto, hacen del Ecuador el primer país exportador de madera de balsa en el mundo. Los datos de los tipos de madera que más se exportaron hasta 1994 se presentan en la tabla XXIV.

Según datos de la Asociación Ecuatoriana de Industriales de la Madera (AIMA), las divisas que ingresan por causa de la exportación forestal en los años 1995 hasta 1999, el 29,7% son por concepto de la madera en su estado Bruto, seguido por el plywood con un 25,3%, y la madera de balsa 18,6%, y el 16,4% restante se divide entre MDF, aglomerados, chapas entre otros como se muestra en el gráfico 4.5.

**Tabla XXIV**

**Exportación de productos madereros 1989 - 1994 (VASQUEZ 1996)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Año** | **1989** | | **1990** | | **1991** | | **1992** | | **1993** | | **1994** | |
| **Categoría** | **TON** | **MD** | **TON** | **MD** | **TON** | **MD** | **TON** | **MD** | **TON** | **MD** | **TON** | **MD** |
| Madera en bruto  Cania Guadúa, Bambú y otras  Tablones de madera  Madera en tablas  Madera de balsa  Chapas de madera  Tableros alistonados,  aglomerados y partículas  Madera prensada  Madera contrachapada  Cajas, cajones, jaulas, barriles  Marcos y barrederas  Puertas  Parquet  Cucharitas para helados  Molduras  Marquetería y taracea  Muebles y sillas de madera  Otros | 3316  8557  285  181  11583  9290  710  522  13  60  60  1684  2  485  123 | 198  11649  243  129  2685  4988  76  295  19  39  62  1042  12  454  125 | 3754  8142  101  18  15867  11708  121  453  84  90  22  2070  2  723  12 | 223  11314  83  23  3545  6463  248  265  54  60  42  1468  18  736  24 | 3708  214  7791  82  790  11277  15192  2013  333  89  318  83  1675  106  457  6 | 220  761  11911  143  540  2737  8504  619  232  118  120  203  1311  575  536  6 | 24000  1621  1229  3772  3649  2138  11160  1909  19436  976  212  193  112  297  2479  125  243  50 | 155  95  483  5195  6004  1472  2797  422  10939  373  220  201  71  750  1572  870  215  104 | 27276  1870  2986  3100  6204  3243  17046  920  25808  2  124  445  60  225  3875  154  75  38 | 1159  114  405  3418  9771  2135  4155  217  16066  5  176  475  63  551  2637  1316  299  62 | 65505  4160  7272  1529  7061  2827  20432  1141  20482  0  260  362  328  3227  136  158  10 | 5653  1420  1395  1649  12016  1914  5589  281  13058  2  342  577  670  2174  1264  525  18 |
| **Total** | **36871** | **22016** | **43167** | **24566** | **44134** | **28536** | **73601** | **31938** | **93451** | **43024** | **134890** | **48547** |

*TON: toneladas MD: miles de dólares*

**Gráfico 4.5**

Entre la madera bruta y el plywood ya completa más del 50% de divisas por exportaciones, y si se le aumenta la madera de balsa se llega a las ¾ de las exportaciones de AIMA, los datos en forma más clara y precisa se muestran en la tabla XXV.

Notemos en la tabla XXV que el mejor año de exportaciones fue 1997, teniendo un declive en el año 1998 de 18% con respecto a 1997 y un repunte del 12% para 1999, con respecto al año 1998, esto podemos relacionarlo, con la recesión que tuvo el país, ya que como hemos podido notar hasta el momento todas las variables se has visto afectadas.

**Tabla XXV**

**Productos exportados de madera (Miles de dólares)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Productos** | **1995** | **1996** | **1997** | **1998** | **1999** | **Total** |
| Madera Bruta | 14.040 | 37.820 | 30.495 | 21.929 | 31.664 | 135.948 |
| Plywood | 22.533 | 26.534 | 30.192 | 21.876 | 23.899 | 125.023 |
| Madera de Balsa | 16.345 | 15.778 | 17.818 | 18.342 | 17.062 | 85.346 |
| Aglomerado | 2.921 | 3.655 | 7.468 | 4.421 | 2.629 | 21.094 |
| MDF | 3.171 | 916 | 2.370 | 5.221 | 7.807 | 19.484 |
| Molduras | 2.878 | 3.075 | 4.104 | 3.237 | 2.631 | 15.834 |
| Chapas | 6.190 | 2.106 | 2.068 | 1.620 | 1.269 | 13.163 |
| Muebles | 2.105 | 1.790 | 2.122 | 1.496 | 2.636 | 10.149 |
| Palitos, cucharas, artículos de mesa | 1.118 | 930 | 1.817 | 2.834 | 2.450 | 9.149 |
| Madera Aserrada | 2.082 | 3.199 | 1.531 | 885 | 654 | 8.351 |
| Puertas, marcos para puertas y ventanas | 991 | 1.269 | 1.005 | 1.032 | 922 | 5.217 |
| Artesanías | 900 | 977 | 857 | 717 | 525 | 3.975 |
| Papeles, cajas | 1.031 | 851 | 830 | 808 | 407 | 3.947 |
| Parquet, materiales para piso | 221 | 305 | 645 | 65 | 143 | 1.379 |
| TOTAL | **76.524** | **99.113** | **103.232** | **84.504** | **94.688** | **458.060** |

**Tabla XXVI**

**Balanza comercial (miles de dólares)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Componentes Principales** | **1995** | **1996** | **1997** | **1998** | **1999** |
| **Exportaciones** | **87.705** | **117.862** | **116.107** | **95.864** | **107.587** |
| **Madera procesada** | 74.419 | 97.322 | 101.109 | 83.008 | 92.052 |
| **Muebles** | 2.105 | 1.790 | 2.122 | 1.496 | 2.636 |
| **Pulpa** | 311 | 242 | 295 | 268 | 35 |
| **Papel y Cartón** | 10.870 | 18.508 | 12.581 | 11.092 | 12.864 |
| **Importaciones** | **175.420** | **154.396** | **139.512** | **154.170** | **94.648** |
| **Madera procesada** | 3.243 | 3.879 | 4.745 | 6.749 | 1.897 |
| **Muebles** | 4.967 | 6.401 | 6.570 | 6.285 | 2.925 |
| **Pulpa** | 14.446 | 8.233 | 7.612 | 8.358 | 8.468 |
| **Papel y Cartón** | 152.764 | 135.864 | 120.586 | 132.778 | 81.358 |
| **Intercambio Global** | **263.124** | **272.258** | **255.619** | **250.033** | **202.235** |
| **Balanza Comercial** | **(87.715)** | **(36.534)** | **(23.405)** | **(58.306)** | **12.939** |
| **Madera procesada** | 71.176 | 93.425 | 96.365 | 76.259 | 90.155 |
| **Muebles** | (2.862) | (4.611) | (4.447) | (4.789) | (289) |
| **Pulpa** | (14.135) | (7.992) | (7.137) | (8.090) | (8.433) |
| **Papel y Cartón** | (141.894) | (117.356) | (108.005) | (121.686) | (68.494) |

Fuente: Banco Central del Ecuador/ Elaboración: AIMA

Sin embargo el sector maderero no solo se basa en exportaciones sino en importaciones. Al restar las importaciones de las exportaciones el resultado se lo conoce como **balanza comercial**. En la tabla XXVI se muestra la balanza comercial de los principales productos maderero, a la vez los datos de las exportación e importación hasta el año 1999.

**Gráfico 4.6**

La balanza comercial de los productos maderables, no ha sido buena en estos años, ya que las importaciones han sido mayores que las exportaciones, y esto trae como consecuencia un déficit. El promedio de estos 5 años de la balanza comercial tiene un valor negativo de 38’604.200 dólares, pero existe una pequeña reactivación en el último año, sin embargo los datos son muy variados y cinco años no es suficiente para realizar alguna inferencia en este momento con respecto a lo que pasará con los productos de madera, una forma más visible de medir la diferencia que existe entre las importaciones y exportaciones se la muestra en el gráfico 4.6

Según los datos presentados en la tabla XXVII y recogidos de la Asociación Ecuatoriana de Industrias Madereras, es fácil observar que la diferencia que existe entre las exportaciones e importaciones en el sector maderero a sido perjudicial para nuestro país en la mayor parte del tiempo, debido a que las importaciones han predominado exceptuando el año de 1999, sin embargo no es un incremento sustancial en divisas por exportaciones, ya que estás apenas subieron un 12% con relación al año anterior, más bien las importaciones tuvieron una baja sensible llegando al 62% de lo que represento en 1998, es decir se redujo en un 38%; esto trajo como consecuencia que el intercambio global, que no es más que la suma de las exportaciones con las importaciones, se redujo en un 20% con relación al año 1998, lo que visto de forma netamente económica, es bueno que las exportaciones aumente y que las importaciones disminuyan, trayendo más divisas al país, no obstante, la información de cómo se obtiene toda la madera que se exporta no es clara y en muchos casos se oculta.

Ya nos hemos hecho referencia, que la exportación de productos forestales no solo se refiere a la madera, existen otros productos considerados forestales y que son de exportación, es así que para el análisis de esta variable no se utilizará el valor económico que esta representa, debido a que realmente no se sabe la cantidad de árboles que se talan para conseguir un cierto valor económico, es por eso que utilizaremos la cantidad de toneladas de extracción forestal que se realiza para el fin de exportación, estos datos fueron generados por el Ex - inefan unidos a los datos de exportación presentados por Vásquez (1996) y AIMA.

Las exportaciones en miles de toneladas de productos forestales se representan en una curva mostrada en el gráfico 4.7. En éstos valores se refleja que el promedio entre los años de 1980 y 2000, en total 21 años, es de 74.118 toneladas de exportación forestal, con una desviación estándar de 68.500 toneladas, existe un mínimo de 4.224 toneladas y un máximo de 192.405 toneladas. En conclusión se tiene que el total de exportación forestal en esto 21 años es de 1’556.480 toneladas, un valor bastante alto.

**Gráfico 4.7**

****

**4.2.6 Extracción forestal maderera.**

No todo producto forestal extraído del territorio ecuatoriano se exporta, además hay que recalcar que la cantidad real de producto forestal que se extrae es muy difícil de conocer, sin embargo si se puede tener algo de información con respecto a la extracción de madera.

La extracción maderera debe es unas de las causas primordiales de la deforestación, pero su control es mínimo, así se muestra en la información generada por el Ex - Inefan en la tabla XXVII actualizada hasta el último inventario ejecutado por esta entidad en 1995:

**Tabla XXVII**

**Control del aprovechamiento de madera por parte del INEFAN 1985 - 1991**

**(calculado en base a INEFAN 1995e)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Años** | **Superficie explotada**  **(x 1000 ha)** | **Madera movilizada bajo control (x 1000 m3)** | **Extracción de maderas sólidas (x 1000 m3)** | **Porcentaje de Control** |
| **1985** | 21,0 | 437,0 | 6.664,0 | 6,6% |
| **1986** | 20,5 | 409,8 | 7.067,0 | 5,8% |
| **1987** | 17,1 | 381,3 | 7.207,0 | 5,3% |
| **1988** | 22,5 | 444,8 | 7.331,0 | 6,1% |
| **1989** | 11,3 | 464,1 | 7.849,0 | 5,9% |
| **1990** | 11,5 | 465,7 | 7.887,0 | 5,9% |
| **1991** | 16,2 | 561,2 | 7.956,0 | 7,1% |
| **1992** | 15,9 | 636,0 | 8.570,0 | 7,4% |
| **1993** | 14,8 | 592,0 | 8.848,0 | 6,7% |
| **1994** | 16,9 | 676,0 | 9.381,0 | 7,2% |
| **Total** | **167,7** | **5.067,9** | **78760,0** | **6,4%** |

Nos podemos dar cuenta, en estos diez años presentados, sólo el 6,4% de la extracción total de maderas sólidas registradas fue movilizada bajo control. Lo que hace concluir que el control de la madera es bastante deficiente. Sin embargo CLIRSEN & INEFAN en un proyecto realizado en 1997 estimaron el volumen de madera disponible en los bosques productores que tiene un potencial alto, dichos datos se muestran en la tabla XXVIII

**Tabla XXVIII**

**Volumen de madera disponible de los bosques productores por zonas**

**(CLIRSEN & INEFAN 1997)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Bosque productor con potencial inmediato** | **Superficie (ha)** | **Volumen (m3/ha)** | **Volumen total (m3)** |
| Noroccidente (bosque húmedo) | 300.000 | 40 | 12’000.000 |
| Centro y suroccidente (bosque seco) | 450.000 | 20 | 9’000.000 |
| Nororiente (bosque húmedo) | 800.000 | 35 | 17’000.000 |
| Centro y suroriente | 1’000.000 | 30 | 30’000.000 |
| Total | **2’550.000** |  | **68’500.000** |

Como se nota, hay una alta cantidad de madera disponible, sin embargo no es que por disponer de gran cantidad de este recurso hay que talar los bosques, sino que si se lo tiene, es porque el territorio ecuatoriano es generoso y todavía tenemos la oportunidad de realizar un manejo sustentable, que nos permita llegar a un equilibrio entre la oferta y demanda de la madera y su conservación.

En la década cuyo inicio es en 1985 y cuyo fin es en 1994, las maderas sólidas que más se extrajeron se muestran en la tabla XXIX y Tabla XXX

**Tabla XXIX**

**Extracción de maderas sólidas 1985 - 1989 (x 1000 m3) (INEFAN 1995e)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Producto** | **1985** | **1986** | **1987** | **1988** | **1989** |
| **Trozas de aserrío y chapas** | 2.745 | 2.845 | 2.910 | 2.955 | 3.416 |
| **Puntales de minas** | 12 | 13 | 2 | 3 | 3 |
| **En rollo de raja** | 260 | 262 | 264 | 297 | 297 |
| **Astillas y partículas** | 6 | 7 | 8 | 9 | 20 |
| **Madera para pulpa** | 0 | 0 | 6 | 6 | 7 |
| **Madera para leña y carbón** | 3.641 | 3.940 | 4.017 | 4.061 | 4.106 |
| **Total:** | 6.664 | 7.067 | 7.207 | 7.331 | 7.849 |

Lastimosamente la demanda de madera es mayor que la producción sustentable de la misma, según el INEFAN este manejo solo cubriría el 30% de la demanda y los desechos de la producción abastecerían al 35% del mercado que utiliza leña y carbón.

**Tabla XXX**

**Extracción de maderas sólidas 1990 - 1994 (x 1000 m3) (INEFAN 1995e)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Producto** | **1990** | **1991** | **1992** | **1993** | **1994** |
| **Trozas de aserrío y chapas** | 3.325 | 3.310 | 3.770 | 3.988 | 4.218 |
| **Puntales de minas** | 40 | 44 | 48 | 52 | 57 |
| **En rollo de raja** | 339 | 360 | 381 | 404 | 429 |
| **Astillas y partículas** | 23 | 36 | 56 | 87 | 136 |
| **Madera para pulpa** | 9 | 10 | 12 | 14 | 17 |
| **Madera para leña y carbón** | 4.151 | 4.196 | 4.303 | 4.303 | 4.524 |
| **Total:** | 7.887 | 7.956 | 8.570 | 8.848 | 9.381 |

En 1992, en base a informaciones INEFAN & ITTO, se calculó que aproximadamente el 95% del consumo de madera era para la generación de energía, y el 75,68 % de la madera utilizada en las industrias forestales se obtuvieron del bosque nativo. En la tabla XXXI se presenta la cantidad de demanda de madera que se extrae de los Bosques nativos y las plantaciones, con su respectivo uso.

Si consideramos que el manejo sustentable del bosque nativo para la obtención de madera es prácticamente inexistente en el Ecuador, podemos concluir que el abastecimiento de madera en base a bosques naturales para la industria y con fines energéticos es una de las causas de deforestación en el país que más influyen.

**Tabla XXXI**

**Oferta y demanda de madera en 1992 (x 1´000.000 m3)**

**(INEFAN & ITTO 1992)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Fuente** | **Energía** | | **Industria** | | **Total** | |
| **Bosques Nativos** | 5,7 | 95,0% | 2,8 | 75,68% | 8,5 | 87,63% |
| **Plantaciones** | 0,3 | 5,0% | 0,9 | 24,32% | 1,2 | 12,37% |
| **Total** | 6,0 | 100,0% | 3,7 | 100,0% | 9,7 | 100,0% |

En los últimos 20 años la extracción de madera sólida ha sido elevada y esta incrementando en el transcurso del tiempo, como se muestra en el gráfico 4.8.

Desde 1980 en el Ecuador se a extraído en total 169,692 millones de m3 con un promedio anual de 7,887 millones de m3, una desviación estándar de 1,821 millones de m3 con un mínimo en 1980 de 5,247 millones y un máximo en el año 2000 de 11,257 millones de m3.

**Figura 4.8**

Los responsables de la extracción forestal maderera en el Ecuador son muchos, solo las industrias, detectadas por la AIMA llegan a 2024, donde el 60% de ellas se encuentra ubicadas en la Sierra, el 29% en la Costa y el resto en el oriente, en la región Insular no se detectan industrias madereras. Las principales industrias dedicadas a la madera son, los aserraderos, los Aglomerados, Contrachapados, MDF, la industrias de muebles, y las de papel entre otras. Su clasificación de acuerdo al producto que procesa, la ubicación y el número que hay en el país se encuentra resumido en la tabla XXXII.

**Tabla XXXII**

**Industrias Madereras (AIMA 2000)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **REGION/PRODUCTO** | | | | | | | | |
| Tipo de Industria | **COSTA** | | **SIERRA** | | **ORIENTE** | | **TOTAL** | |
| **Cant** | **%** | **Cant** | **%** | **Cant** | **%** | **Cant** | **%** |
| **Aserraderos** | 185 | 33 | 292 | 52 | 89 | 15 | 566 | 100 |
| **Contrachapados** | 2 | 33 | 3 | 50 | 1 | 17 | 6 | 100 |
| **Aglomerados** | - | - | 2 | 100 | - | - | 2 | 100 |
| **MDF** | - | - | 1 | 100 | - | - | 1 | 100 |
| **Muebles** | 147 | 21 | 458 | 66 | 89 | 13 | 694 | 100 |
| **Papel/Corrug.** | 306 | 33 | 564 | 61 | 52 | 6 | 922 | 100 |
| **Otras Industrias** | 306 | 33 | 564 | 61 | 52 | 6 | 922 | 100 |
| TOTAL | 684 | 29 | 1.235 | 60 | 231 | 11 | 2.024 | 100 |

Pero cabe recalcar que según AIMA la actividad forestal y maderera contribuye al empleo con aproximadamente 200.000 puestos directos de trabajo en labores del bosque, industria, pequeña industria y artesanía, lo que representa el 5,6% de la población económicamente activa. Estiman además que alrededor de 100.000 personas dependen indirectamente de este sector. Y su contribución al PIB es de 1.7%.

La extracción de forestal de madera no es una labor completamente perjudicial que debemos de eliminar. Lo Malo es, hacerla sin medidas de precaución y de sostenibilidad. Pero mientras esto continúe la irresponsabilidad y la falta de control de la extracción de madera será siendo una de las causas primordiales de deforestación en el país.

**4.2.7 Importaciones.**

Las Importaciones se define como las operaciones consistentes en introducir en el propio país bienes y servicios procedentes de países extranjeros. Para el BCE las importaciones reflejan el ingreso de cualquier mercadería extranjera al territorio aduanero nacional.

Sin duda, las importaciones en un país son de gran importancia, el comportamiento en nuestro país del valor monetario en dólares FOB ha ido variando en los últimos 20 años, mostrando una curva creciente en el tiempo con bastante variabilidad. El Banco Central del Ecuador de acuerdo al destino económico que se le da a las importaciones las ha dividido de la siguiente manera:

**Bienes de consumo.-** Compras en el exterior de bienes aptos para ser consumidos directamente por la población, sin que medie ningún proceso de transformación. Estos pueden ser no duraderos y duraderos. Los primeros, son destinados al consumo en forma inmediata; los segundos, son denominados así porque su vida útil es de mediano o largo plazo.

**Combustibles y lubricantes.-** Importaciones de lubricantes y combustibles de todo tipo, destinados al uso de vehículos y maquinarias de variada naturaleza.

**Materias primas.-** Importaciones de bienes utilizados como insumos en el proceso productivo. Con el fin de facilitar el análisis económico, en el cuadro se distingue entre los destinados a la agricultura, a la industria manufacturera y a la construcción

**Bienes de capital.** Importaciones de maquinaria y equipo, principalmente, destinadas a incrementar el acervo de capital de las empresas. También se clasifican de acuerdo al sector de destino: agricultura, industria y transporte.

**Diversos.-** Importaciones de bienes no clasificadas en los otros rubros

**Tabla XXXIII**

**Importaciones por Uso o Destino Económico (1)**

**Miles de dólares FOB**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Período** | Bienes de Consumo | | **Combustibles y**  **Lubricantes** | Materias Primas | | | **Bienes de Capital** | | | **Diversos** | **Total** |
| **No duraderos** | Duraderos | **Agrícolas** | **Industriales** | **Mat. De**  **Construcción** | **Agrícolas** | **Industriales** | **Equipos de transporte** |  |  |
| **1991** | 147.323 | 74.708 | 66.361 | 100.631 | 866.274 | 64.148 | 21.869 | 476.547 | 297.426 | 1.225 | 2’116.512 |
| **1992** | 138.300 | 183.123 | 75.416 | 97.202 | 651.900 | 68.188 | 19.706 | 439.518 | 301.437 | 2.156 | 1’976.945 |
| **1993** | 211.615 | 257.363 | 59.098 | 72.355 | 686.398 | 65.827 | 25.780 | 530.047 | 312.817 | 1.791 | 2’223.091 |
| **1994** | 303.988 | 411.084 | 78.195 | 113.669 | 957.112 | 85.955 | 30.916 | 595.898 | 632.186 | 421 | 3’209.424 |
| **1995** | 398.356 | 339.822 | 199.683 | 172.753 | 1’244.933 | 105.601 | 40.451 | 701.386 | 533.298 | 926 | 3’737.210 |
| **1996** | 459.439 | 319.440 | 122.357 | 219.395 | 1’221.485 | 144.866 | 34.121 | 697.654 | 351.208 | 925 | 3’570.889 |
| **1997** | 562.884 | 385.140 | 378.618 | 246.453 | 1’392.608 | 157.309 | 43.419 | 917.642 | 435.321 | 657 | 4’520.051 |
| **1998** | 660.225 | 419.518 | 273.032 | 246.702 | 1’572.463 | 171.443 | 50.503 | 1’108.450 | 607.034 | 563 | 5’109.930 |
| **1999** | 411.978 | 160.356 | 199.515 | 179.919 | 935.397 | 76.073 | 17.591 | 521.436 | 233.175 | 1.463 | 2’736.902 |
| **2000** | 454.700 | 224.636 | 243.971 | 209.935 | 1’172.485 | 72.433 | 24.787 | 509.805 | 245.831 | 1.700 | 3’160.282 |

Fuente: Banco Central del Ecuador

En los últimos 10 años, el Ecuador ha importado en dólares FOB un total de 32.361 millones de dólares, de los cuales el 41,32% fue destinado a materias primas, el 33,24% a bienes de capital, 20,16% a bienes de consumo, el 5,24% a lubricantes y combustibles, dejando un 0,04% a diversos. Del total de importaciones, el 6,08% fue destinado para la agricultura, lo que en dólares FOB son 1.968 millones en esto 10 años. De este valor el 84,29% forman parte de las materias primas y el resto de bienes de capital, el rubro de mayor peso, son los productos con destino industrial llegando estos últimos 10 años a representar el 53,15% del valor total de las importaciones, de los cuales el 62,22% son de productos perteneciente al rubro materias primas, lo que permite deducir que el en Ecuador del total de divisas destinadas a las importaciones, gran parte de ella es para comprar materia prima. En el gráfico 4.9 se muestra en un diagrama de pastel, el tipo de importaciones que se realizan en manera general, clasificadas en 5 campos, los bienes de capital, materias primas, combustible y lubricantes, bienes de consumo y diversos.

**Gráfico 4.9**

La recesión que existió y existe en nuestro país también afecta en forma directa a las importaciones, a tal punto que la balanza comercial de 1998 fue negativa en aproximadamente 906 millones de dólares, es decir las importaciones fueron mayores que las exportaciones, el comportamiento es variado como lo hemos expresado, pero siempre teniendo a crecer como se muestra en el gráfico 4.10.

Las importaciones en estos años tiene un promedio anual de 2.315,018 millones, con una desviación estándar de 1.151,52 millones, detectándose en 1980 el mínimo valor de 1.046,25 millones y en 1998 el máximo valor llegando a 5.109,93 millones de dólares.

**Gráfico 4.10**

****

**4.2.8 Producción de Petróleo.**

El petróleo para la química se lo reconoce como líquido oleoso, menos denso que el agua, de color oscuro y olor fuerte, que está constituido por una mezcla de hidrocarburos, arde fácilmente y se halla nativo en el interior de la tierra. A través de los últimos años se ha hablado mucho del petróleo en el Ecuador, siendo esto un producto no renovable, no debería ser la principal fuente de ingreso de nuestro país, sin embargo se piensa aún más en aumentar la producción. El efecto de la actividad petrolera sobre el subsector forestal se hace evidente a través de la deforestación indirectamente originada. La explotación hidrocarburífera permitió el acceso a áreas que se encontraban en estado natural, cuya ocupación se impulsó con el programa de reforma agraria y bajo la orientación política de protección territorial de la Amazonía ecuatoriana. En dicha región, la explotación petrolera se inició de forma intensiva en los años 70, las carreteras que se trazaron y se vienen trazando, han generado una red que permite el flujo de la colonización al punto de estimarse de manera muy general, que por cada kilómetro de carretera se pierden 500 ha de bosques naturales. De esta forma, cuanto mayor es la producción petrolera nacional, mayor es la necesidad de acceso a áreas no explotadas y es mayor al mismo tiempo el flujo de colonización y la deforestación.

Otro efecto muy importante de la actividad petrolera sobre el subsector forestal, y que hasta el momento no ha sido adecuadamente dimensionado, es el daño ambiental que directamente ha ocasionado la explotación, transporte, almacenamiento, industrialización y comercialización de hidrocarburos, entre los impactos más graves, se identifican la contaminación del suelo y del agua, la pérdida de biodiversidad y el disturbio de poblaciones indígenas, que se intensifican con los derrames de crudo. A los impactos anteriores se suma la deforestación directamente ocasionada por la construcción de carreteras, plataformas y otra infraestructura necesaria. A este respecto a esto, algunos autores recalcan que el daño causado por la actividad petrolera es uno de los más graves problemas ambientales del Ecuador.

En los últimos 10 años el Ecuador ha exportado 832’093.000 barriles de petróleo crudo, que aproximadamente representa más del 60% de la producción de petróleo en el país. Lo que indica que la mayor parte de este mineral es enviado al exterior, desde 1980 hasta el año 2000 en el Ecuador se han producido aproximadamente 2.273 millones de barriles, con un promedio diario de 391,630 mil barriles, y el comportamiento de la curva a través de los años se muestra en forma creciente.

 **Gráfico 4.11**

**4.2.9 Producción Agrícola.**

Sin duda alguna unas de las principales causas de deforestación que existió en nuestro país fue la ampliación de la zona agrícola que se dió en las décadas de los 70 y 80. Se dice que inicialmente, la deforestación estuvo más relacionada con el sector agropecuario a través del proceso de "ganaderización" que con el de producción agrícola. Se sabe por ejemplo que en 1961 la superficie de pastos era 2,7 veces mayor que el área de cultivos (FAOSTAT TS 1994). La ampliación del área de pastos a través de la destrucción de áreas naturales, se aceleró notoriamente a inicio de los años 70 con la apertura de vías de acceso en la región amazónica y se desaceleró a mediados de los años 80 cuando se contaba con aproximadamente 4,7 millones de hectáreas de pastos, lo que equivalía a más del 85% del total de superficie nacional con potencial pecuario. La ampliación del área de pastos pasó a partir de ese entonces a ser principalmente una consecuencia del proceso de la agricultura migratoria y degradativa en zonas no aptas.

La brecha entre el incremento porcentual de la producción agrícola y el incremento de la frontera agrícola se amplió más a partir del inicio de los años 90. Para 1996, con el apoyo de la Ley de Desarrollo Agrario emitida en junio de 1994, se registró un crecimiento del 70% de la producción versus 47% de la frontera en relación a 1980; lo que implicaba una desaceleración de la deforestación con fines agrícolas, originada por la mejora de la productividad en la agricultura.

El aumento de la productividad agrícola en los niveles que el Ecuador necesitaba para satisfacer la demanda originada por el crecimiento de la población, compensar la disminución de la producción de alimentos en áreas no aptas y, al mismo tiempo impedir la expansión de la frontera agrícola, fue una tarea muy difícil para el país, más aún si del total de la superficie nacional con aptitud agropecuaria era de aproximadamente 12,45 millones ha, de acuerdo a datos de la FAO, se contaba con una superficie de cultivos y pastos permanentes de 4,9 millones ha en 1980, lo que significaba solamente el 39,4% .

En el gráfico 4.12 se muestra el crecimiento anual de la producción agrícola, tomando como referencia el año 1980, el cual representa 100 o el 100% de la producción, revisando estos datos podemos decir que existe un crecimiento promedio anual en los últimos 21 años del 36% con desviación del 28%, se detecta que en el año 1983 existió una disminución del 9% con respecto a 1980, y en el año 2000 se detecta un incremento del 80% de esta producción.

**Gráfico 4.12**

**4.2.10 Inversión Agrícola**.

La Inversión agrícola es el valor monetario en dólares que se ha invertido en el progreso de la agricultura en el Ecuador. Entre las décadas de los 70 y 80, el Ecuador tuvo su mayor crecimiento agrícola en toda su historia, lo cual trajo grandes inversionistas extranjeros, que, unidos a los nacionales hicieron que el país sea un gran exportador de productos agrícolas, tal como el cacao, el banano, las flores entre otros. Sin embargo este crecimiento socioeconómico trajo como consecuencia que la población se dedicara a cultivar, sin tomar medidas preventivas para el uso sostenible del suelo, añadiendo que muchos de estos lugares donde actualmente se cultiva, eran bosques y pertenecían al patrimonio forestal del Ecuador. Según datos del Banco Central del Ecuador, la inversión agrícola en este país, es aproximadamente el 0,516% del Producto Interno Bruto, así que a través de la historia el comportamiento de la inversión en estos últimos 21 años a sido creciente como se muestra en el gráfico 4.13.

**Gráfico 4.13**

El comportamiento de la curva se comporta de una manera muy variable, teniendo un promedio en los 21 años de 55’848.000 dólares, con una desviación estándar de 35’657.000 dólares, se detecta un mínimo valor de 27’879.511 dólares en el año de 1980, y un máximo en el año 1995 de 140’870.361 dólares.

En los últimos 3 años a existido una disminución sensitiva en la inversión agrícola, alcanzando tan solo en el año 2000 al 69% de lo de lo hecho en 1995.

**4.2.11 Deforestación.**

Como ya se definió la deforestación, proviene de la palabra deforestar, que en el diccionario lo expresa como la acción de despojar un terreno de sus plantas forestales. La deforestación para este trabajo, es la variable de interés, es por la cual realizamos este análisis, por lo tanto su comportamiento a través del tiempo es de mucha importancia, para estimar y concluir como va hacer su comportamiento en el futuro.

Los datos históricos que se poseen, provienen del año 1980, los cuales fueron conseguidos por medio de fotos satelitales, sin embargo dicho procedimiento fotográfico no se había realizado hasta el año 2000, y cuyas fotos hasta el mes de junio del 2001 no han sido procesadas para su correcta interpretación. Es así que los datos anuales (los únicos poseídos por el ministerio de medio ambiente) provienen de estimaciones anuales del Ex -inefan, donde reúnen información proveniente de organizaciones ecológicas, industrias madereras y otras instituciones que de alguna u otra forma obtienen información de la deforestación en el país. Sin embargo no se obtiene información por provincias, debido a que hasta tres años atrás no existía o era casi nula la información estadística del sector forestal, en la cual recién en los últimos años se ha puesto más hincapié.

Los años de 1997 hasta el 2000, fueron tomados del departamento de Desarrollo Forestal del Ministerio de Medio Ambiente, estudiados y estimados por el funcionario Jorge Meza.

La representación de los datos históricos, mediante una curva, tiene un comportamiento creciente y constante, tal punto que a simple vista pareciera ser un recta uniforme como se muestra en el gráfico 4.14.

**Gráfico 4.14**

En los últimos 21 años (1980-2000) en el Ecuador se han deforestado aproximadamente la cantidad de 4’261.269,37 hectáreas, con un promedio anual de 202.918,589 hectáreas, y una desviación estándar de 46.495,317 hectáreas, el año que más hectáreas fueron deforestada, fue en el año 2000, llegando a las 289.023 hectáreas aproximadamente, es decir 217% más que en el año 1980 que se tiene el mínimo, la tasa de crecimiento anual de la deforestación es de 3,80%. En 1989 esta tasa llegó a bordear el 7,07% con respecto a 1988, paradójicamente en 1990 se detecta la tasa de crecimiento más baja de esto 21 años, la cual fue casi del 0%, sin embargo dos años más tarde se observa la mayor tasa de crecimiento de estos años, llegando dicha tasa al 8,04% que en manera cuantitativa representó 16.000 hectáreas más que en 1991.

**4.2.12 Fondos para fomento y desarrollo forestal**.

Desde el año 1990, el Ecuador destina cierta cantidad de dinero para el desarrollo forestal, denominados Fondos para fomento y desarrollo forestal, el cual forma parte de un porcentaje destinado al Ex –inefan, que siendo optimista, esta fondo no desaparece con el ministerio de medio ambiente, ahora que no existe el Inefan. Para tener una mayor visión del comportamiento de la curva en el mismo intervalo de tiempo que las variables anteriores, y tomando como base los datos reales de 1990 al 2000, se han proyectado esos valores a los años 1980 a 1989, los cuales agrupados en una curva se muestran en el gráfico 4.15.

Desde 1980 hasta el año 2000 en este fondo se ha invertido un total de 91’080.777 dólares, aproximadamente, con un promedio anual de 4’337.180 dólares aproximadamente, con una desviación estándar de 5’637.865 dólares, donde la mayor inversión se suscitó el año pasado alcanzando la cifra de 15’651.407 dólares, sin embargo el perjuicio que anualmente resulta de la deforestación, sin duda alguna es mucho mayor que este valor monetario.

 **Gráfico 4.15**

**4.2.13 Reforestación.**

Sin duda alguna los datos históricos de reforestación son indispensables (ver capítulo 3), claro que no se puede basar solo en esto datos históricos, ya que en los últimos tiempos ha existido mayor concentración del daño que se hace a la naturaleza, y mayor cantidad de empresas están ayudando a la reforestación, aunque su incremento no es significativo, tampoco se lo registra en algún lado, lo cual nos hace estimar los datos y no conocerlos con exactitud.

**Gráfico 4.16**

En el gráfico se muestra el comportamiento de los datos a través del tiempo, a diferencia de los hecho en el capítulo 3, aquí se muestra los años 1997 hasta el 2000, recopilados de estimaciones hecha por el Ministerio del Medio ambiente.

Desde 1980 al 2000, es decir en 21 años, en el Ecuador solo se han reforestado 153.000,585 hectáreas, apenas el 3% de lo que se ha deforestado, con un promedio anual de deforestación de solo 7.285,742 hectáreas, un mínimo de 730 detectado en el año de 1982, sin embargo en los últimos años esta cifra a aumentado, y según el gobierno nacional se están tomando medidas para que aumente más.

A continuación se realizará un análisis de componentes principales y de regresión múltiple. Para poder realizar las proyecciones respectivas de la deforestación y reforestación, para darnos cuenta de cuales son las variables que más afectan y en que tanto, pero antes de continuar tenemos que tener en claro el marco teórico a seguir.

**4.3 Análisis de Componentes Principales**

El análisis de componentes principales trata de explicar la estructura de la varianza y covarianza del ajuste de las variables.

Sus objetivos generales son:

1. Reducción de datos
2. Interpretación

Aunque p componentes son requeridas y producidas en la variabilidad del sistema total, frecuentemente mucha de esta variabilidad puede ser contada por un pequeño número de k componentes principales. Si aún así, existe mucha información en las k componentes es aquí donde se utiliza p variables.

Las k componentes principales pueden entonces reemplazar en su inicio p variables, y los datos originales, consisten de n medidas sobre p variables, esta se reduce los datos consistentes de n medidas sobre k componentes principales.

Un análisis de componentes principales frecuentemente revela la relación de que no fueron previamente supuestos y con relación a eso permiten interpretaciones que no deberían resultar ordinarias.

El análisis de las componentes principales es más, que un medio para llegar al fin de algo, es un fin en ellos mismos, porque frecuentemente sirven como intermediarios paso a paso en largas investigaciones.

El núcleo fundamental del Análisis de Componentes Principales (ACP), es el problema de la obtención de los vectores y valores propios (principales) de un operador vectorial, que en el campo del cálculo matricial se da bajo el problema de la diagonalización de una matriz cuadrada. Este problema algebraico, que inicialmente impulsó el desarrollo del Análisis Factorial en el estudio de la regresión lineal entre múltiples variables, se ha convertido, a lo largo de nuestro siglo, en uno de los instrumentos más extendidos en todas las ramas científicas. No solo es una técnica de análisis empírico de la varianza, sino que puede jugar un papel decisivo en la formulación teórica.

**4.3.1 Componentes Principales de la Población**

Algebraicamente, las componentes principales son combinaciones lineales particulares de las p variables aleatorias X1,X2,....,Xp. Geométricamente, estás combinaciones lineales representan un nuevo sistema coordinado, obtenido por la rotación del sistema original con X1,X2,....,Xp, en los ejes coordenados.

Los nuevos ejes representan las direcciones con la variabilidad máxima y provista de una simple y parsimoniosa descripción de la estructura de la covarianza.

Como deberíamos ver, los componentes principales dependen solamente de la matriz de covarianza Σ ( o la matriz de correlación ρ) de X1,X2,....,Xp. Su desarrollo no requiere que se asuma una normal multivariada. Otra forma de transmitir, componentes principales deriavdas de poblaciones normales multivariadas tienen interpretaciones útiles en términos de la constante de densidad elipsoidal. Más allá se pueden hacer inferencias sobre componentes muestreados cuando la población es una normal multivariada.

Introduciendo el vector aleatorio X’ =[ X1,X2,....,Xp] se tiene la matriz de covarianza Σ con los valores propios λ1 ≥ λ2 ≥... λp ≥ 0.

Considere las combinaciones lineales

Y1= a’1 X= a11 X1 +a12 X2 + ... + a1p Xp

Y2= a’2 X= a21 X1 +a22 X2 + ... + a2p Xp

.

.

Yp= a’p X= ap1 X1 + ap2 X2 + ... + app Xp (2.1)

Entonces, usando Z= CX tenemos:

μz = E(Z) = E(CX) = C μx

Σz = Cov (Z) = Cov (CX) = C Σ xC’

Nosotros Obtenemos

Var (Yi) = a’i Σ ai i= 1,2,..., p  (2.2)

Cov (Yi,Yk) = a’i Σ ak i, k= 1,2,..., p (2.3)

Las componentes principales son combinaciones lineales incorrectas Y1,Y2,....,Yp cuya varianza (2.2) son las más largas posibles.

La primera componente principal es la combinación lineal con máxima varianza. Esto es maximizando Var(Y1) = a’1 Σ a. Está claro que Var(Y1) = a’1 Σ a puede incrementarse multiplicándolo por algún a1 que es una constante que se restrinja la atención al coeficiente de vectores de la unidad de longitud.

Por eso se define de la siguiente manera:

**Primera componente principal =** Combinación lineal a’1 X es aquel máxima la **Var (a’1X)** sujeta a **a’1 a1 = 1**

**Segunda componente principal =** Combinación lineal a’1 X es aquel que maximiza la **Var (a’2X)**  sujeta a **a’2 a2 = 1** y **Cov (a’1X, a’2X) = 0**

La etapa i se define de la siguiente manera:

i componente principal = combinación lineal **a’iX** es aquel maximiza la **Var (a’iX)**  sujeta a **a’i ai = 1** y **Cov (a’iX, a’kX) = 0** para k < i.

**4.3.2 Matriz de Covarianza asociada con Vectores Aleatorios**

Después que Σ matriz de covarianza está asociada con el vector aleatorio X’ =[ X1,X2,....,Xp]. La Σ tiene pares de vactores y valores propios como (λ1,e1), (λ2,e2),..., (λp,ep) donde λ1 ≥ λ2 ≥... λp ≥ 0.

Entonces la i componentes principales está dada por:

Yi = e’iX = ei1 X1 + ei1 X1 + … + ei1 X1, i = 1,2,..,p (2.4)

Con está seleccionamos

Var (Yi) = e’i Σ ei = λi i= 1,2,..., p

Cov (Yi,Yk) = e’i Σ ek = 0 I ≠ k

Si algunos de los λi son iguales, se selecciona los correspondientes coeficientes de vectores ei, y los Yi no son únicos.

Nosotros conocemos que:

Cuando x = e1 (2.5)



Cuando x = ep

Con B = Σ, esto es que:

Cuando a = e1



Pero e1’e1 = 1 iniciando con vectores propios que son normalizados. De esta manera:

Similarmente usando



Cuando X = ek+1, k= 1,2,...,p-1

Obtenemos lo siguiente:

k= 1,2,...,p-1

Para la selección de a=ek+1, con e’k+1 ei = 0, para i=1,2,..k y k= 1,2,...,p-1.

Pero

De esta manera Var (Yk+1) = λk+1. Si se puede mostrar, que ei es perpendicular a ek ( esto es, eiek = 0, i ≠ k) conociendo Con(Yi,Yk)=0

Ahora los vectores de Σ son ortogonales si todos los valores propios λ1, λ2,..., λp son distintos. Si los valores propios no son distintos, los vectores propios corresponden a valores propios comunes quizás se diga que son ortogonales. Por consiguiente, para los dos vectores propios ei y ek, e’iek= 0, i ≠ k.

A partir que Σ ek = λkek, multiplicamos e’1 conociendo



**4.3.3 Componentes Principales de la Población con la Matriz de Covarianza**

Decimos que X’ =[ X1,X2,....,Xp] teniendo una matriz de covarianza Σ con los pares de valores y vectores propios (λ1,e1), (λ2,e2),..., (λp,ep) donde λ1 ≥ λ2 ≥... λp ≥ 0.

Si Y1 = e’1X , e2 X , … , ep X son componentes principales.

Entonces

Por definición σ11 + σ22 + ...+ σpp = tr (Σ). Para

Con A =, podemos escribir  donde Λ es la matriz diagonal de los valores propios y P[e1,e2,...,ep] dado que PP’=P’P=I, usando tr(AB) = tr(BA)

 Tenemos que

De esta manera:

Se dice que la varianza total de la población

= σ11 + σ22 + ...+ σpp =λ1 + λ2 + ... + λp

y consecuentemente, la proporción total de la varianza, explicada por k componentes principales es:

Por decir, del 80% al 90% de la varianza poblacional, para un p largo, podemos atribuir al primero uno, dos o tres componentes entonces estas componentes pueden “reemplazar” las variables originales p, en el exterior perderíamos más información.

Cada componente del vector de coeficiente e’i = [ei1,...,eik,...,eip] también tiene mérito de inspección. La magnitud de eik que son medidas de importancia de k variables a i componentes principales, sin consideración a otras variables. En particular eik es proporcional al coeficiente de correlación entre Yi y Xk.

**4.3.4 Coeficientes de correlación entre las componentes Yi y la variable Xk**

Si Y1 = e’1X, Y2 = e’2X, ..., Yp = e’p son componentes principales obtenidas de la matriz de covarianza Σ, entonces:



Son los coeficientes de correlación entre los componentes Yi y la variable Xk.

Aquí (λ1,e1), (λ2,e2),..., (λp,ep) son los pares de valores y vectores propios de Σ.

Aunque la correlación de las variables con las componentes principales muchas veces nos ayudan a interpretar las componentes, ellos miden solamente de manera individual a X del componente Y.

Esto es, ellos no nos indican la importancia de una X con una componente Y en la presencia de las otras X’s. Por esta razón, algunos estadísticos recomiendan solamente que los coeficientes eik se use para la interpretación de los componentes.

Aunque los coeficientes y las correlaciones pueden guiar a diferenciar el rango como medida importante de las variables conociendo cada componente, esto es, que los rangos no son apreciablemente diferentes.

En la práctica, las variables con coeficientes relativamente largos, tienden a ser correlaciones relativamente largas, por lo tanto dos medidas de importancia, la primera multivariada y la segunda univariada, frecuentemente se obtiene resultados similares. Se recomienda que ambos coeficientes y correlaciones examinen la ayuda de interpretar componente principales.

**4.3.5 Componentes Principales con variables Estandarizadas**

Las componentes principales que se obtienen a través de variables estandarizados son las siguientes:

La notación de la matriz es: Z = (V1/2)-1(X-μ)

Donde la matriz de desviación estándar V1/2 está definida de la siguiente manera:

E[Z] = 0 y Cov (Z) = (V1/2)-1 Σ(V1/2)-1 =ρ

Donde

Y



**4.4 Análisis de Regresión Múltiple**

**4.4.1 Introducción**

En la mayor parte de las aplicaciones del análisis de regresión se usan modelos que son más complejos que el de la simple línea recta.

Los modelos probabilísticos en el que intervienen x2, x3, xn (n pertenece a entero positivo) o más que una variable independiente se llaman modelos de regresión múltiple. La forma general de esos modelos es:

Y = β0 + β1x1 + β2x2 +......+ βkxk + ε

Ahora la variable dependiente Y se expresa como función de k variables independientes x1, x2,....., xk. Se suma el término de error aleatorio para tener en cuenta la desviación entre la parte determinística del modelo β0 + β1x1 + β2x2 +......+ βkxk , y el valorde la variable dependiente Y. El componente aleatorio hace que el modelo sea probabilístico y no determinista. El valor del coeficiente βi determina la contribución de la variable independiente xi y β0 es la ordenada al origen Y. En general, se desconocen los coeficientes β0, β1,....., βk porque representan parámetros de la población.

En el caso del modelo de regresión múltiple son aplicables los pasos que se siguieron para desarrollar un modelo de línea recta.

Paso1.- Proponer la forma del modelo. Esto significa seleccionar las variables independientes que debe incluir el modelo.

Paso2.- Estimar los parámetros desconocidos β0, β1,...., βk.

Paso3.- Especificar la distribución de probabilidad del componente aleatorio de error ε y estimar su varianza σ2.

Paso4.- Comprobar lo adecuado del modelo.

Paso5.- Emplear el modelo ajustado para estimar el valor promedio de Y o para predecir un valor determinado de Y para valores de las variables independientes.

4.4.2 Ajuste del Modelo: Métodos de los Mínimos Cuadrados

El método de ajustar modelos de regresión múltiple es idéntico al modelo de línea recta: es el método de los cuadrados mínimos. Es decir, se selecciona el modelo estimado



que hace mínimo a:



La diferencia principal entre los modelos de regresión simple y múltiple es la dificultad de cálculo. Las ( k+1 ) ecuaciones lineales simultáneas que deben resolverse para calcular los ( k+1) coeficientes estimados  son difíciles de resolver.

4.4.3 Estimación de σ2, la varianza de ε

La especificación de la distribución de probabilidad del componente de error ε del modelo de regresión múltiple sigue las mismas características generales que la del modelo de línea recta.

Se supone que ε tiene una distribución normal con promedio cero y varianza σ2 constante, para cualquier conjunto de valores de las variables independientes.

Para el modelo de regresión múltiple.



Se debe calcular los (k+1) parámetros . Así, el estimador de σ2 es la SEC ( suma de errores al cuadrado) dividida entre la cantidad n - (número de parámetros estimados β).

Es decir:



El estimador de σ2 se usa tanto para comprobar lo adecuado del modelo, como para dar una medida de confiabilidad de los predictores y estimaciones.

**4.4.4 Prueba de la Adecuación del modelo: EL coeficiente de Determinación**

Para determinar una medida estadística que cuantifique lo bien que ajusta el modelo de regresión múltiple a un conjunto de datos, se usa el equivalente de r2, para el caso de regresión múltiple.

Se define el coeficiente de determinación múltiple R2 de la siguiente manera:



Donde *ŷi* es el valor predicho de Yi para el modelo. De la misma manera que en el caso del modelo lineal sencillo, R2 representa la fracción de la variación en la muestra de los valores de y (medida por SSyy) que explica la ecuación de predicción de los cuadrados mínimos. Así, si R2 = 0, quiere decir que falta por completo el ajuste del modelo a los datos, y si R2 = 1 quiere decir que se trata de un ajuste perfecto, y que la gráfica del modelo pasa por todos los puntos del diagrama de dispersión.

En general, mientras mayor sea el valor de R2, mejor será el ajuste del modelo a los datos.

**4.4.5 Prueba de la Utilidad de un Modelo de Regresión Múltiple: Prueba F Global**

H0 : β1 = β2 = …. = βk = 0

Ha : por lo menos uno de los parámetros βno es igual a cero

Medida estadística:



Región de Rechazo:



Donde:

n = número de datos

k = número de parámetros βen el modelo, con excepción de β0

**4.4.6 Prueba de Durbin-Watson en Modelos de Regresión**

Una de las razones de la existencia de autocorrelaciones es que podrían no haberse tomado en cuenta en el modelo variables importantes de predicción. La autocorrelación puede eliminarse mediante la inclusión de la variables omitidas en el modelo de regresión.

La autocorrelación también puede presentar debido a que los residuos sucesivos tienden a estar positivamente correlacionados, es decir, los grandes residuos negativos siguen a grandes residuos negativos y los grandes residuos positivos siguen a grandes residuos positivos.

Cuando se encuentran presente la autocorrelación, el análisis de regresión es afectado en tres formas:

1. Los estimadores de la Media Cuadrática, aunque son no sesgados ya no tienen varianza mínima.
2. Los estimados S2(Bi) pueden subestimar, en forma seria, las varianzas de los estimadores de la Media Cuadrática de Bi.
3. Los intervalos de confianza y las pruebas de hipótesis que incluyen, ya sea la distribución t de Student o la distribución F, no son teóricamente válidas.

Al emplear la estadística de Durbin-Watson se prueba la hipótesis nula

H0 :ρ = 0

Contra la alternativa

H1 :ρ > 0

Nótese que H1 es una hipótesis alternativa unilateral superior exhiben muchas veces una autocorrelación positiva. La estadística de Durbin-Watson se basa en los residuos que resultan después de obtener la ecuación de regresión estimada. Se calcula un valor de esta estadística a partir de la expresión.



donde el residuo es ei = yi – ŷi.

Si los errores se encuentran positivamente autocorrelacionados, es probable que los errores adyacentes tengan la misma longitud.

De esta forma, pequeñas diferencias entre los residuos adyacentes sugieren que ρ es mayor que cero; pero cuando las diferencias son pequeñas. Se rechaza la hipótesis nula de autocorrelación cero siempre que d tiende a un valor relativamente pequeño.

Durbin-Watson tabularon los límites inferior y superior di y ds, respectivamente, para probar H0. dado los límites di y ds, la decisión para H0 se toma de la siguiente forma:

1. Si d < di, rechazar H0
2. Si d > ds, no se puede rechazar H0
3. Si di < d < ds, la prueba no es concluyente.

**4.4.7 Prueba de Kolmogorov-Smirnov**

Al definir la medida estadística K-S, se definirá la Función de Distribución empírica. Supongamos que Y es una variable aleatoria contínua que tiene una función de distribución F(y). Una muestra aleatoria de n realizaciones de Y produce las observaciones y1,y2,...,yn. Es conveniente reordenar esos valores observados de menor a mayor, y las yi ordenadas se representarán mediante y(1) < y(2) <....< y(n).

Supóngase que se toma una variable aleatoria continua Y, como hipótesis nula que tiene una función representada por F(y). La hipótesis alterna es que F(y) no es la función verdadera de distribución de Y.

La medida estadística D de K-S se basa en la distancia máxima entre F(y) y Fn(y), es decir:



Y la región de rechazo es:



Donde Dn,α es un valor tabulado que depende del tamaño de la muestra n y del nivel de significancia α.

**4.5 Resumen de la Variables**

Antes de empezar el análisis, vamos a renombrar la variables a utilizar con la finalidad de que el manejo de las misma sea más fácil, y no confunda al momento de leer.

1. Población Nacional = **PobNa**
2. Población Urbana = **PobUr**
3. Inflación = **In**
4. Producto Interno Bruto (PIB) = **PIB**
5. Importaciones = **Imp**
6. Exportaciones = **Exp**
7. Producción de petróleo = **ProPe**
8. Producción agrícola = **ProAg**
9. Inversión en la agricultura = **InvAg**
10. Deforestación = **Defor**
11. Reforestación = **Refor**
12. Extracción forestal maderera = **ExFoMa**
13. Exportación de productos forestales = **ExPrFo**
14. Fondos para fomento y desarrollo forestal = **Fondos**

A continuación deseamos realizar un modelo forestal, mediante la aplicación de regresión múltiple

En el anexo # 1 se presentan todos los valores de la diversas variables que se van a utilizar en el Modelo. En este anexo se puede observar que cada una de las variables tiene unidades distintas, que van desde hectáreas hasta millones de dólares, esta diferencia de unidades no permite realizar una matriz de covarianza que permita analizar la relación que existe entre cada una de las variables, para ellos se utiliza la matriz de correlación que utiliza los datos estandarizados, los cuales se presenta en la tabla XXXIV:

**Tabla XXXIV**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Matriz de Correlación** | | | | | | | | | | | | | | |
| **1/1** | **PobNa** | **PobUr** | **PIB** | **In** | **Exp** | **ExpPrFo** | **ExFoMa** | **Imp** | **ProPe** | **ProAg** | **InvAg** | **Defor** | **Fondos** | **Refor** |
| **PobNa** | **1** | 0,999 | 0,899 | 0,502 | 0,972 | 0,946 | 0,997 | 0,846 | 0,828 | 0,982 | 0,942 | 0,996 | 0,874 | 0,737 |
| **PobUr** | 0,999 | **1** | 0,895 | 0,499 | 0,971 | 0,952 | 0,997 | 0,851 | 0,845 | 0,978 | 0,95 | 0,997 | 0,889 | 0,747 |
| **PIB** | 0,899 | 0,895 | **1** | 0,151 | 0,94 | 0,909 | 0,888 | 0,952 | 0,579 | 0,895 | 0,84 | 0,882 | 0,793 | 0,771 |
| **In** | 0,502 | 0,499 | 0,151 | **1** | 0,356 | 0,279 | 0,521 | 0,14 | 0,635 | 0,462 | 0,395 | 0,527 | 0,324 | 0,172 |
| **Exp** | 0,972 | 0,971 | 0,94 | 0,356 | **1** | 0,964 | 0,964 | 0,885 | 0,754 | 0,956 | 0,923 | 0,962 | 0,894 | 0,775 |
| **ExpPrFo** | 0,946 | 0,952 | 0,909 | 0,279 | 0,964 | **1** | 0,944 | 0,869 | 0,787 | 0,925 | 0,945 | 0,943 | 0,932 | 0,827 |
| **ExFoMa** | 0,997 | 0,997 | 0,888 | 0,521 | 0,964 | 0,944 | **1** | 0,846 | 0,851 | 0,971 | 0,948 | 0,998 | 0,879 | 0,759 |
| **Imp** | 0,846 | 0,851 | 0,952 | 0,14 | 0,885 | 0,869 | 0,846 | **1** | 0,644 | 0,815 | 0,836 | 0,843 | 0,838 | 0,794 |
| **ProPe** | 0,828 | 0,845 | 0,579 | 0,635 | 0,754 | 0,787 | 0,851 | 0,644 | **1** | 0,77 | 0,86 | 0,86 | 0,865 | 0,638 |
| **ProAg** | 0,982 | 0,978 | 0,895 | 0,462 | 0,956 | 0,925 | 0,971 | 0,815 | 0,77 | **1** | 0,914 | 0,969 | 0,827 | 0,689 |
| **InvAg** | 0,942 | 0,95 | 0,84 | 0,395 | 0,923 | 0,945 | 0,948 | 0,836 | 0,86 | 0,914 | **1** | 0,949 | 0,922 | 0,813 |
| **Defor** | 0,996 | 0,997 | 0,882 | 0,527 | 0,962 | 0,943 | 0,998 | 0,843 | 0,86 | 0,969 | 0,949 | **1** | 0,883 | 0,759 |
| **Fondos** | 0,874 | 0,889 | 0,793 | 0,324 | 0,894 | 0,932 | 0,879 | 0,838 | 0,865 | 0,827 | 0,922 | 0,883 | **1** | 0,791 |
| **Refor** | 0,737 | 0,747 | 0,771 | 0,172 | 0,775 | 0,827 | 0,759 | 0,794 | 0,638 | 0,689 | 0,813 | 0,759 | 0,791 | **1** |

Como podemos observar la mayor parte de los datos se encuentra fuertemente correlacionados a excepción de la inflación, por lo cual puede ser eliminada del modelo. Esta correlación nos da una pauta para realizar componentes principales y conocer como se agrupan las variables, luego continuaremos con la regresión múltiple para proyectar los valores de Deforestación y Reforestación para lo cual se escogerá las variables que estén fuertemente correlacionadas con ellas y poder sugerir un modelo el cual debe ser comprobado mediante el marco teórico anteriormente mencionado.

* 1. **Análisis Multivariado por Componentes Principales**

A continuación realizaremos el análisis de componentes principales utilizando datos estandarizados, la variable Deforestación es la que queremos analizar y conocer cuales son las variables que la explican. Como se mencionó la variable inflación quedo eliminada y la deforestación no entra, debido que es esa la que queremos analizar, los valores propios de la matriz de correlación se muestra en la tabla XXXV

**Tabla XXXV**

**Valores Propios de la matriz de Correlación**

**(Datos Estádarizados)**

|  |  |
| --- | --- |
| λ1= 10.580 | λ7= 0.025 |
| λ2= 0.582 | λ8= 0.020 |
| λ3= 0.439 | λ9= 0.011 |
| λ4= 0.179 | λ10= 0.001 |
| λ5= 0.110 | λ11= 0.001 |
| λ6= 0.053 | λ12= 0.000 |

**Gráfico 4.17**

Si observamos el gráfico 4.17, el codo de la curva empieza justo en la segunda componente, por lo tanto basta con tomar estas dos, para explicar todo el modelo, claro esta que al parecer con solo la primera componente bastaría, pero consideramos que dejaríamos mucha información suelta.

En la tabla XXXVI se muestra la varianza explicada por cada componente y el porcentaje de explicación del total de varianza de aquellos componentes obtenidos a partir de los valores propios.

**Tabla XXXVI**

**Valores Propios y Porcentaje de Explicación**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Componentes** | **λ** | **Porcentaje del total de la varianza explicada** | **Porcentaje acumulado de Explicación** |
| 1 | 10,580 | 88,167 | 88,167 |
| 2 | 0,582 | 4,849 | 93,016 |
| 3 | 0,439 | 3,655 | 96,671 |
| 4 | 0,179 | 1,488 | 98,159 |
| 5 | 0,110 | 0,917 | 99,075 |
| 6 | 0,052 | 0,438 | 99,513 |
| 7 | 0,047 | 0,206 | 99,719 |
| 8 | 0,019 | 0,165 | 99,885 |
| 9 | 0,010 | 0,915 | 99,976 |
| 10 | 0,001 | 0,012 | 99,989 |
| 11 | 0,001 | 0,010 | 99,999 |
| 12 | 0,000 | 0,001 | 100,00 |

La varianza de la primera componente es de 10,580, mientras que el porcentaje de explicación de esta componente con respecto al total de la varianza es de 88,167%, es decir que solo la primera componente explica casi en su totalidad las variables. La varianza de la segunda componente es de 0,582 y explica el 4,849% con respecto a la varianza total.

Las dos primeras componentes juntas explican el 93,016% de la varianza total y así sucesivamente.

**Tabla XXXVII**

**Matriz de Componentes**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **PobNa** | **0.981** | 0.063 | -0.163 | -0.056 | 0.033 |
| **PobUr** | **0.986** | 0.079 | -0.133 | -0.040 | 0.030 |
| **PIB** | **0.922** | **-0.361** | -0.123 | 0.049 | 0.018 |
| **Exp** | **0.979** | -0.077 | -0.109 | -0.010 | -0.088 |
| **ExpPrFo** | **0.978** | -0.035 | 0.036 | -0.020 | -0.163 |
| **ExFoMa** | **0.983** | 0.085 | -0.115 | -0.066 | 0.069 |
| **Imp** | **0.903** | **-0.311** | 0.063 | 0.247 | 0.144 |
| **ProPe** | **0.836** | **0.505** | 0.140 | .0080 | 0.125 |
| **ProAg** | **0.955** | 0.030 | -0.251 | -0.097 | -0.006 |
| **InvAg** | **0.968** | 0.110 | 0.078 | -0.044 | -0.016 |
| **Fondos** | **0.932** | 0.127 | 0.210 | 0.191 | -0.170 |
| **Refor** | **0.826** | -0.213 | **0.465** | -0.225 | 0.053 |

Como se puede observar en la tabla XXXVII, la componente primera, esta fuertemente correlacionada con todas las variables, lo que muestra que para el modelo de regresión a calcular, se debe utilizar las combinaciones posibles de todas las variables, con el fin de encontrar el modelo que mejor se ajuste a nuestra variable de interés, además se puede ver que las variables que más peso tiene son la de la población, que como ya se menciono el incremento de los habitantes, hace que se utiliza más recurso de la naturaleza, la otra variable de mayor peso es la extracción forestal maderera, lo que indica que es un grave problema de deforestación.

A continuación se hará el análisis de regresión múltiple.

4.7 Ajuste del Modelo de Regresión Múltiple para la Variable dependiente: Deforestación

Una vez escogidas la variables que se encuentran fuertemente correlacionadas con la Deforestación, se debe comprobar que dichas variables sean independientes entre sí, no en el sentido estadístico, sino en el sentido funcional. Al momento de sugerir un modelo de regresión múltiple se debe de comprobar que este sea el correcto, y que explique de mayor manera a la variable dependiente, para ello se debe comprobar cada una de las combinaciones posibles de las variables escogidas para el modelo, por tratarse de un procedimiento largo para realizarlo en forma manual, se ha decidido utilizar los programas estadísticos SPSS y SYSTAT

Una vez realizado la corrida del programa con los diversos modelos, el más conveniente es el que contiene las variables Producción Agrícola, Producción petrolera, Extracción Forestal Maderera y Población Nacional, el cual nos arroja los siguientes resultados:

**Tabla XXXVIII**

**Ajuste del Modelo**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Modelo | **R** | **R2** | **R2 Ajustado** | **Error estándar estimado** | **Durbin-Watson** |
| 1 | 0,989 | 0,978 | 0,972 | 0,26926 | 2,256 |

Como podemos observar que el coeficiente de determinación del modelo es R2 = 0,978 es decir su explicación es muy buena, con un error estimado del modelo de 0,269, el coeficiente de Durbin Watson es de 2,256 mayor a 1,81 por lo cual se acepta, que no existe autocorrelaciones dentro de las variables.

### Tabla XXXIX

### ANOVA

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Modelo |  | Suma de los cuadrados | **Media Cuadrática** | **F** |
| 1 | Regression | 43235,248 | 10808,812 | 149080,288 |  |
|  | Residuos | 1,160 | 7,250E-02 |  |  |
|  | Total | 43236,408 |  |  |  |

En el análisis de varianza se tiene que la suma cuadrática del error es igual a 1,160 el valor F global es 149.080,288 un valor bastante alto, para rechazar la hipótesis nula a favor de la alternativa donde se acepta al menos un βi es diferente de cero.

**Tabla XL**

### COEFICIENTES

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | **Coeficientes no**  **estandarizados** |  | **Coeficientes Estandarizados** |  |
| **Modelo** |  | **Beta** | **Error estándar** | **Beta** |  |
|  | Constante | 2,133 | 2,930 |  |  |
|  | ProPe | 0,0046 | ,000 | ,030 |  |
|  | ExFoMa | 0,025 | ,001 | ,989 |  |
|  | PobNa | -0,0004 | ,001 | -,015 |  |
|  | ProAg | -0,0013 | ,013 | -,001 |  |

En este cuadro el programa nos presenta los valores de los coefiecientes Betas, tanto del modelo estandarizado como el no estandarizado.

**Tabla XLI**

### Estadística de los Residuos

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Mínimo** | **Máximo** | **Media** | **Desviación Estándar** |  |
| **Valor Predecido** | 131,2371 | 286,0217 | 202,91757 | 46,49476 |  |
| **Residuo** | -,56418 | 0,47022 | -4,330E-14 | 0,24084 |  |
| **Valor estándar Predecido** | -1,542 | 1,787 | 0 | 1,000 |  |
| **Residuo Estándar** | -2,095 | 1,746 | 0 | 0,894 |  |

El último cuadro nos indica el valor de los residuos, incluido el valor de su desviación estándar, el cual nos sirve para verificar de que población vienen los errores.

Para aceptar el modelo debemos de comprobar que el error proviene de una población normal con media cero y varianza 0.058, para lo cual utilizamos el programa Systat, por ser de más fácil uso para este tipo de problema sencillo.

El software nos arroja que la probabilidad p = 0,616 mayor a 0,1 por lo tanto hay suficiente razón estadística para no rechazar H0, por lo tanto se acepta que el error proviene de una normal con media = 0 y Varianza = 0,058

En conclusión se tiene que el modelo ajustado para la Deforestación en el Ecuador queda de la siguiente manera:

Estandarizado:

## Defor = 0,030 ProPe + 0,989 ExFoMa – 0,015 PobNa – 0,001

## ProAg

Este modelo es aplicable a los datos estandarizados, es decir a cada dato se le restó la media y se lo dividió para su desviación.

En esta ecuación con los datos estandarizados se observa que la variable que influye mayormente en forma positiva, es la extracción forestal maderera, que casi varia a la par con la deforestación, la producción agrícola influye negativamente a la deforestación, esto puede deberse, de que cuando existe más inversión, se utiliza mejor tipo de tecnología, que hace que en el mismo terreno ya deforestado se logre cosechar más productos, y de esta forma, las personas no buscan nuevos terrenos.

No estandarizados:

## Defor = 2,133 + 0,004685 ProPe + 0,02525 ExFoMa – 0,0004732 PobNa – 0,0013 ProAg

Este modelo es aplicable a los datos no estandarizados, es decir a cada dato en su unidad real, sin modificaciones.

En esta ecuación nos muestra con mayor claridad el valor real con que las variables hacen incrementar las hectáreas deforestadas, así tenemos:

Que por 100.000 m3 de extracción forestal que se haga, se deforestan 2.500 hectáreas aproximadamente, esto es debido a que las extracción forestal es una causa directa de la deforestación.

Por cada 100.000 barriles de petróleo que se produzcan se deforestan 468 hectáreas aproximadamente, es debido a que cuando se perfora un pozo, las personas deben de ingresar a la selva, esto hace que se haga caminos, que se construya y sin hablar de lo que produce el derrame del crudo.

Para el caso de las dos variables siguientes, que influyen negativamente, como es el aumento de la población o de la producción agrícola, no se puede saber a ciencia cierta cuanto varia, debido a que la ecuación tiene una constante positiva que elimina valores a estas a las variables, lo que si podemos deducir que más afecta a la población nacional, debido que en la ecuación estandarizada, la que mayor peso tiene es la población.

4.8 Ajuste del Modelo de Regresión Múltiple para la Variable dependiente: Reforestación

Al igual que en el modelo anterior, se escogen las variables que estén fuertemente correlacionadas con la Reforestación, se revisa que sean independientes en el sentido funcional, y se comprueba que pasen las pruebas estadísticas para confirmar su veracidad.

Una vez realizadas las corridas en los paquetes estadísticos, de las corridas que se realizo en el sistema SPSS se escogió la siguiente:

El modelo que mejor explica a la Reforestación se encuentra conformado por las variables: Población Urbana, Fondos para el Fomento y desarrollo Forestal, PIB y Extracción Forestal Maderera, arrojando la siguiente información.

**Tabla XLII**

**Ajuste del Modelo**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Modelo** | **R** | **R2** | **R2 Ajustado** | **Error estándar estimado** | **Durbin-Watson** |
| 1 | 0,887 | 0,787 | 0,733 | 2461,17777 | 1,833 |

El coeficiente de explicación del Modelo Ajustado es R2 = 0,733, un valor bastante alto, por lo tanto se acepta el modelo, el coeficiente de Durbin-Watson para las cuatro variables debe ser superior o igual a 1,81, por lo tanto se cumple, y no existe autocorrelación en el modelo.

**Tabla XLIII**

### ANOVA

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Modelo |  | Suma de los cuadrados | **Media Cuadrática** | **F** |
| 1 | Regression | 357628148,791 | 89407037,198 | 14,760 |  |
|  | Residuos | 96918336,184 | 6057396,012 |  |  |
|  | Total | 454546484,975 |  |  |  |

El valor de F global es 14,760 con un nivel de significancia de cero por lo tanto se rechaza la hipótesis nula a favor de la alterna donde al menos un βi es diferente de cero

En la tabla XLIV, el programa nos presenta los valores de los coeficientes Betas, tanto del modelo estandarizado como el no estandarizado.

**Tabla XLIV**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | **Coeficientes no**  **estandarizados** |  | **Coeficientes Estandarizados** |  |
| **Modelo** |  | **Beta** | **Error estándar** | **Beta** |  |
|  | Constante | 2049,629 | 4663,628 |  |  |
|  | PobUr | -17,227 | 6,166 | -5,035 |  |
|  | Fondos | ,658 | ,220 | ,778 |  |
|  | PIB | ,646 | ,264 | ,640 |  |
|  | ExFoMa | 11,850 | 4,400 | 4,529 |  |

### COEFICIENTES

### Tabla XLV

### Estadística de los Residuos

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Mínimo** | **Máximo** | **Media** | **Desviación Estándar** |  |
| Valor Predicho | 1522,0235 | 14695,7851 | 7285,74213 | 4228,64132 |  |
| **Residuo** | -3810,476 | 3729,88086 | -3,133E-11 | 2201,34432 |  |
| **Valor estándar Predicho** | -1,363 | 1,752 | ,000 | 1,000 |  |
| **Residuo Estándar** | -1,548 | 1,515 | ,000 | ,894 |  |

Dentro de esta tabla revisamos los valores de los residuos del modelo, los cuales sirven para revisar si el error proviene de una población normal con media cero y varianza σ2.

Ahora para realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov, se utiliza el paquete Systat, y se comprueba que el error tiene media = 0 y varianza = 4845916,81519 con una probabilidad p = 0,895 lo cual es muy buena.

En conclusión se tiene que el modelo ajustado para la Reforestación en el Ecuador queda de la siguiente manera:

Estandarizado

## Refor = 0,778 Fondos + 0,640 PIB + 4,529 ExFoMa – 5,035 PobUr

Este modelo es aplicable a los datos estandarizados, es decir a cada dato se le restó la media y se lo dividió para su desviación.

En esta ecuación con los datos estandarizados se observa que la variable que influye mayormente en forma positiva, al igual que en modelo de la deforestación, es la extracción forestal maderera, que casi varia 4 puntos mayor que la deforestación, este fenómeno se debe a las unidades con las que están expresadas las variables, debido a que la deforestación por la magnitud de las cifras, cada punto significa 1000 ha, y en la reforestación cada punto solo significa 1 ha, los fondos para el fomento y desarrollo forestal es una variable importante que sin ser la más alta incide en gran manera para el desarrollo de la reforestación, el PIB, por ser una variable macroeconómica, no se puede saber a ciencia cierta porque es su influencia en la ecuación, la población urbana influye en forma alta y negativa, debido a que con el incremento de la urbanización se escogen zonas que iban a ser destina para reforestar, o incluso invadiendo a lugares protegidos.

No Estandarizado

## Refor = 2049,629 + 0,658 Fondos + 0,646 PIB + 11,850 ExFoMa – 17,227 PobUr

Este modelo es aplicable a los datos no estandarizados del modelo, es decir a cada dato en su unidad real, sin modificaciones.

En esta ecuación nos muestra con mayor claridad el valor real con que las variables hacen incrementar las hectáreas reforestadas, así tenemos:

Que por cada 100.000 m3 de extracción forestal que se haga, se reforestan apenas 118 hectáreas aproximadamente, esto es debido a que las empresas que son controladas en la tala de árboles, tiene la obligación de volver a cultivar árboles, pero esto no siempre llegan a crecer.

Por cada 100.000 que se invierten en fondos, solo se logra reforestar 65 hectáreas aproximadamente.

Y por cada 100 millones de dólares que se incremente el PIB se reforestan 64 hectáreas, así mismo las población urbana se ve influye negativamente.

Ya hemos encontrado los modelos de regresión múltiple para explicar la Deforestación y Reforestación sin embargo existen otras variables, que se deben tener para realizar proyecciones, como la Producción Petrolera, extracción forestal maderera, Producción Agrícola y PIB.

4.9 Ajuste del Modelo de Regresión Múltiple para la Variable dependiente: Extracción Forestal Maderera

Continuando con el procedimiento anterior, se escogen las variables que estén fuertemente correlacionadas con la Extracción Forestal Maderera, se revisa que sean independientes en el sentido funcional, y se comprueba que pasen las pruebas estadísticas probar su explicación.

El modelo de mejor explicación esta integrado por las variables: Población Nacional y Producción Petrolera, de la cual se obtuvo la siguiente información:

**Tabla XLVI**

**Ajuste del Modelo**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Modelo** | **R** | **R2** | **R2 Ajustado** | **Error estándar estimado** | **Durbin-Watson** |
| 1 | 0,998 | 0,995 | ,995 | 130,99881 | 1,715 |

El coeficiente de explicación del Modelo Ajustado es R2 = 0,995 un valor bastante alto, por lo tanto se acepta el modelo, el coeficiente de Durbin-Watson para dos variables debe ser superior igual a 1,54 por lo tanto se cumple, y no existe autocorrelación en el modelo con el coeficiente de Durbin-Watson igual a 1,715.

### Tabla XLVII

### ANOVA

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Modelo |  | Suma de los cuadrados | **Media Cuadrática** | **F** |
| 1 | Regression | 66079581,411 | 33039790,705 | 1925,318 |  |
|  | Residuos | 308892,408 | 17160,689 |  |  |
|  | Total | 66388473,819 |  |  |  |

El valor de F global es 1925,318 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula a favor de la Alterna donde al menos un βi es diferente de cero.

**Tabla XLVIII**

### COEFICIENTES

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | **Coeficientes no**  **estandarizados** |  | **Coeficientes Estandarizados** |  |
| **Modelo** |  | **Beta** | **Error estándar** | **Beta** |  |
|  | Constante | -4251,987 | 322,613 |  |  |
|  | ProPe | ,501 | ,173 | ,083 |  |
|  | PobNa | 1,179 | ,036 | ,928 |  |

En esta tabla, el programa nos presenta los valores de los coeficientes Betas, tanto del modelo estandarizado como el no estandarizado.

**Tabla IL**

### Estadística de los Residuos

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Mínimo** | **Máximo** | **Media** | **Desviación Estándar** |  |
| **Valor Predicho** | 5385,2880 | 11282,25 | 8080,598 | 1817,68509 |  |
| **Residuo** | -321,62485 | 227,8023 | 4,33E-14 | 124,27639 |  |
| **Valor estándar Predicho** | -1,483 | 1,761 | 0 | 1,000 |  |
| **Residuo Estándar** | -2,455 | 1,739 | 0 | ,949 |  |

Dentro de este cuadro revisamos los valores de los residuos del modelo, lo cuales sirven para revisar si el error proviene de una población normal con media cero y varianza σ2.

Ahora para realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov, se utiliza el paquete Systat, y se comprueba que el error tiene media = 0 y varianza 15444,5241 con una probabilidad p = 0,989 lo cual es superior a 0,1 por lo tanto hay suficiente prueba estadística para aceptar.

En conclusión se tiene que el modelo ajustado para la Reforestación en el Ecuador queda de la siguiente manera:

Estandarizado

## ExFoMA = 0,928 PobNa + 0,083 ProPe

No Estandarizado

## ExFoMA = -4251,987 + 1,179 PobNa + 0,501 ProPe

A continuación se graficará las curvas de las variables dependiente Deforestación y Reforestación versus la variables independientes.

**Gráfico 4.18**



Como se puede observar las curvas tienen similar crecimiento en el tiempo, lo que nos confirma que la correlación entre ellas es muy fuerte, como se mostró en la matriz de correlación aquella es de 0,86 muy cercano a uno, el crecimiento de las curvas parece ser bastante lineal.

**Gráfico 4.19**



Las curvas de estas variables apenas se pueden distinguir cual es cual, lo que da una clara idea de que su correlación debe de ser muy fuerte, la cual es de 1, es decir correlación máxima.

La tercera Variable del modelo, también su puntos se encuentran muy relacionados con los de la deforestación, así su correlación es de 0,996, lo que da una clara idea de que el aumento de la población incide de gran manera en la deforestación

**Gráfico 4.20**



**Gráfico 4.21**



Al igual que las otras variables, la producción agrícola tiene una gran correlación con la deforestación, la cual su valor es de 0,969. y su curvas tienen bastante semejanza.

**4.10 Proyecciones del Modelo Forestal**

A continuación se presentarán las posibles modificaciones que tendrán cada una de las variables del modelo forestal dentro de 4 años, hasta el 2004, se trabajará con proyección promedio de los valores, con nivel de confianza del 95%.

Se proyectará el año 2000, para compararlo con los valores recogidos, y se comprobará la eficacia del modelo, en total se hará la proyección de 5 años

En el anexo II, se encuentra las proyecciones hasta el año 2004 incluidas las del año pasado.

Las proyecciones del año 2000 junto con lo valores reales, se presentan en la tabla L incluyendo el intervalo de confianza al 95%.

**Tabla L**

**Proyecciones año 2000**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Año 2000 | **Datos**  **Estimados** | Datos **Recogidos** | **Intervalo de confianza 95%** | |
| **L. Inferior** | **L. Superior** |
| PIB (millones de dólares) | 15374,5 | 13920,60 | 13954,86 | 16111,88 |
| Exportaciones (millones de dólares FOB) | 4977,006 | 4845,83 | 4668,69 | 5288,01 |
| Extracción forestal maderera (x 1.000 m3) | 11186,72 | 11257,70 | 11078,7 | 11485,8 |
| Producción de petróleo (x 1.000 barriles/día) | 1056,037 | 1258,19 | 966,6777 | 1235,527 |
| Producción agrícola (1980 = 100) | 183,692 | 180,79 | 175,0994 | 189,5362 |
| Deforestación (x 1000 ha) | 283,3224 | 286,02 | 285,5971 | 286,4465 |
| Reforestación (ha) | 12759,12 | 13061,72 | 8820,961 | 16488,64 |

Como podemos observar en el cuadro, todos los datos estimados se encuentra con 95% de confianza, lo que da un clara demostración de que el modelo ajusta bien a los datos, además del hecho que los datos reales, de los estimados en el modelo, difieren poco, y también se encuentran dentro del los límites de confianza, a excepción del PIB, que apenas se encuentra afuera de lo límite inferior, pero como todo en estadística tiene un margen de error, si el nivel de confianza se disminuyera, de seguro que el intervalo contendría el valor observado.

La proyección de la deforestación en los próximos 4 años se presenta en el siguiente cuadro

**Tabla LI**

**Proyección de la Deforestación**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Deforestación **(x 1000 ha)** | | **Intervalo con 95% de confianza** | |
| Año | **Valor Estimado** | **Límite Inferior** | **Límite Superior** |
| **2001** | 295,924 | 295,5728 | 296,1841 |
| **2002** | 306,3102 | 305,9219 | 306,6044 |
| **2003** | 316,9641 | 316,536 | 317,295 |
| **2004** | 327,8932 | 327,4226 | 328,2634 |

El Intervalo con el que se trabajo es del 95% de confianza.

**Tabla LII**

**Proyecciones de la Reforestación**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| reforestación **(ha)** | | **Intervalo con 95% de confianza** | |
| Año | **Valor Estimado** | **Límite Inferior** | **Límite Superior** |
| **2001** | 14266,34 | 11110,04 | 17406,23 |
| **2002** | 14571,07 | 10923,4 | 18201,29 |
| **2003** | 14760,21 | 10544,28 | 18957,63 |
| **2004** | 14827,56 | 9958,79 | 19676,76 |

La proyección de la reforestación en los próximos 4 años se presenta en la tabla LII. Al igual que la deforestación se trabajo con 95% de confianza

En fin se puede establecer que entre el año 2001 y el 2004, en el país se deforestarán 1’247.091,386 ha aproximadamente, que son 12.470,913 Km2. y en ese tiempo tan solo se van a reforestar 58.425,173 has aproximadamente que son solo 584,251 Km2.

Así mismo el remanente forestal que hasta el año de 1996 era de 13’481.907 has va disminuyendo a través de esto años quedando de esta forma

**Tabla LIII**

**Remanente Forestal**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Años** | **1996** | **1997** | **1998** | **1999** | **2000** |
| Deforestación acumulada | 242,22 | 498,33 | 764,20 | 1040,03 | 1326,06 |
| Remanente forestal | 13239,7 | 12995,6 | 12742,1 | 12479,07 | 12206,10 |
| Reforestación acumulada | 15,00 | 27,06 | 39,45 | 52,18 | 65,24 |
| **Años** |  | **2001** | **2002** | **2003** | **2004** |
| Deforestación acumulada |  | 1621,98 | 1928,29 | 2245,25 | 2573,15 |
| Remanente forestal |  | 11924,4 | 11632,71 | 11330,50 | 11017,44 |
| Reforestación acumulada |  | 79,50 | 94,07 | 108,84 | 123,66 |

Es decir que para el año 2004 el remanente forestal disminuye en aproximadamente 2’222.268 has, si se sigue las mismas políticas forestales que se siguen hasta ahora, aún más si no se cambia la forma de proteger la naturaleza, y si los sistema actuales continúan iguales o similares al modelo forestal, no duraríamos que en 25 años no quede bosque alguno para talar.