

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA  
JULIO GARAVITO**

**PROGRAMA DE ECONOMÍA**



**ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE ALTERNATIVAS DE  
PRODUCCIÓN DE GANADO DE LECHE EN DUITAMA**

**JEL: D81, Q54, Q12**

**BOGOTÁ D.C DICIEMBRE 2013**

**ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE ALTERNATIVAS DE  
PRODUCCIÓN DE GANADO DE LECHE EN DUITAMA**

**JEL: D81, Q54, Q12**

**TUTORA:** Dra. Irma Baquero Haeberlin

**AUTOR:** Deivis Oswaldo Peña González

**BOGOTÁ D.C DICIEMBRE 2013**

## **AGRADECIMIENTOS**

Es agradable tener este espacio para agradecer a todas las personas que han sido parte de esta investigación, y a las que han ayudado al desarrollo de la misma. Por este motivo quiero hacer un reconocimiento especial a Luz Ángela Triviño, decana de la Facultad de Economía, por su apoyo durante el proceso de consecución y desarrollo de esta pasantía investigativa. También es muy grato para mí extender un agradecimiento a la docente Irma Baquero, quién fue un apoyo muy importante durante el desarrollo de la investigación, dado que se encargó de brindarme asesoría y conocimiento durante el transcurso de la investigación. Además, quiero expresar mi agradecimiento a instituciones como Corpoica y Cobinaga, ya que siempre apoyaron esta trabajo. Para concluir quiero agradecer a la Escuela Colombiana de Ingeniería y a la Facultad de Economía, por haberme brindado la oportunidad de estudiar y de crecer como persona.

## **RESUMEN**

El fin de esta investigación consistió en determinar si las alternativas productivas para la mitigación y adaptación frente a excesos y déficits de lluvias presentan una alta probabilidad de rentabilidad para los productores de leche especializada de Duitama. Para lograr este objetivo, se analizaron los fenómenos de El Niño y de La Niña, detallando en qué consisten y cuando se presenta un fenómeno de este tipo. Asimismo, se caracterizó y analizó el clima de Duitama con datos obtenidos del IDEAM, de donde se obtuvo una distribución de probabilidad de las precipitaciones mensuales, para posteriormente usar esas distribuciones con el fin de recoger el efecto del clima sobre la producción de pastos, avena y maíz.

A continuación, cuando se definió la producción de los cultivos, se determinó el costo por kilogramo de los mismos y posteriormente se evaluó la probabilidad de obtener rentabilidad en los diferentes escenarios climáticos propuestos. Esto fue posible gracias al uso del software @Risk que permitió introducir el riesgo en el análisis de rentabilidad.

## **ABSTRACT**

The purpose of this investigation was to determine whether the productive alternatives for the mitigation and adaptation are profitable to Duitama's specialized milk producers facing excesses and shortages in rainfall. To meet this goal, El Niño and La Niña phenomena were analyzed and described. Likewise, Duitama's weather was characterized and analyzed using IDEAM data. A probability distribution of monthly rainfall was estimated. This probability distribution was taken into account in order to pick up the effect of climate on grass, oats and corn production to determinate feed cost per kilogram. Finally, the profitability in different proposed climate states was valued using @risk, in order to introduce risk in the profitability analysis.

*Dedico esta investigación a mis padres,  
pues ellos siempre fueron mi apoyo  
en mi proceso de formación académica.*

## TABLA DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	JUSTIFICACIÓN.....	2
III.	HIPÓTESIS .....	3
IV.	PREGUNTA.....	3
V.	OBJETIVOS.....	3
	5.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
	5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
VI.	METODOLOGÍA.....	4
	6.1 MARCO TEÓRICO .....	4
	6.2 MARCO METODOLÓGICO.....	6
VII.	RESULTADOS.....	7
	7.1 CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA .....	7
	7.2 ANÁLISIS DEL CLIMA .....	13
	7.3 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PRODUCTIVAS .....	16
	7.3.1 LA RENOVACIÓN DE PRADERAS.....	16
	7.3.1.1 DEFINICIÓN.....	16
	7.3.1.2 RESULTADOS.....	17
	7.3.2 EL ENSILAJE.....	26
	7.3.2.1 DEFINICIÓN.....	26
	7.3.2.2 RESULTADOS.....	27
VIII.	CONCLUSIONES .....	42
IX.	ANEXOS .....	44
X.	BIBLIOGRAFÍA .....	73

## **I. INTRODUCCIÓN**

Con este proyecto se pretende brindar al productor de leche especializada de Duitama una guía para que tome decisiones frente a los escenarios climáticos derivados del fenómeno de El Niño, y el fenómeno de La Niña. De esta manera, se busca prevenir las consecuencias negativas de la variabilidad climática, dado que las alternativas productivas recomendadas como la construcción de silos y la renovación de praderas, son evaluadas con el fin de determinar su viabilidad a través de su rentabilidad. Además, se debe resaltar que la rentabilidad obtenida no corresponde solamente a un número, como se expresa convencionalmente, sino que es expresada a través de una distribución de probabilidad, de tal manera que el productor pueda tomar en cuenta el riesgo de sus decisiones.

El resultado de la presente investigación es un informe técnico de resultados de evaluación, en los que se muestra la probabilidad de obtener rentabilidad, lo que significa la probabilidad de perder o ganar, frente a la aplicación de las diferentes alternativas tecnológicas productivas para enfrentar la variabilidad climática en la producción de leche especializada, frente a eventos climáticos extremos.

## II. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad existe una alta preocupación por la vulnerabilidad de los productores frente a la variabilidad climática, dado que en los últimos años (2010 y 2011) se presentaron inundaciones que causaron importantes pérdidas en cultivos, animales y producción lechera.

Por esta razón CORPOICA junto al IGAC, y la Escuela Colombiana de Ingeniería presentaron un proyecto a Colciencias para disminuir la vulnerabilidad de los productores de leche de la región del valle de Ubaté, Chiquinquirá y la región del Alto Chicamocha. Para la ejecución de este proyecto CORPOICA junto con el IGAC, realizaron una zonificación climática de la zona en estudio y diseñaron un sistema de toma de decisiones de producción, el cual hace recomendaciones técnicas dependiendo de la predicción del clima. La Escuela Colombiana de Ingeniería contribuye a este proyecto con un análisis de rentabilidad de las alternativas tecnológicas productivas recomendadas.

Partiendo de la importancia de estos eventos (inundaciones, sequias y heladas) en los costos de producción y en la producción de leche, se elaboraron y consultaron unos patrones de costo (estructuras de costo). Para determinar la probabilidad del productor de obtener rentabilidad frente a las diferentes alternativas a analizar, el presente estudio simuló escenarios en donde la variabilidad climática influye sobre los costos y la producción de leche.

De esta manera, se le ayuda muchas personas a disminuir la vulnerabilidad y los riesgos de detrimento en la rentabilidad, en cuanto a variabilidad climática se refiere, siendo estos elementos la justificación más importante de este proyecto.

### **III. HIPÓTESIS**

Las alternativas productivas para la mitigación y adaptación que recomienda Corpoica frente a los diferentes escenarios de variabilidad climática, tienen una alta probabilidad de rentabilidad para los productores de leche especializada de Duitama.

### **IV. PREGUNTA**

¿Cuál es la probabilidad de obtener rentabilidad de las alternativas productivas para la mitigación y adaptación de la producción y los productores de leche frente a los diferentes escenarios de variabilidad climática en Duitama (Boyacá)?

### **V. OBJETIVOS**

#### **5.1 Objetivo general**

- Analizar el comportamiento de la rentabilidad de las alternativas productivas para la mitigación y adaptación frente a los diferentes escenarios de variabilidad climática, que son generadas del sistema de toma de decisiones desarrollado por Corpoica.

#### **5.2 Objetivos específicos**

- Obtener la producción de pastos, avena y maíz corregida por el exceso o déficit de lluvias.
- Simular la rentabilidad incorporando el riesgo de pérdida generado por la variabilidad climática a través de un modelamiento de simulación estocástica del riesgo.
- Complementar y actualizar la información de pérdidas por inundaciones y de patrones de costos de las diferentes alternativas para la producción de leche

## VI. METODOLOGÍA

### 6.1 MARCO TEÓRICO

En Colombia se han realizado varios estudios acerca de los costos de producir leche, de los cuales se pueden destacar los siguientes: PBEST (Castells, 1997), el CIAT (Holmann, 2003), IICA – FINCA (2003), el Banco Agrario y más recientemente, un estudio publicado por Fedegán, titulado Costos Modales en Ganadería de Leche. Trópico alto de Colombia: Ventana a la competitividad ganadera (Santana, et al. 2013). De estos se puede observar que tienen varias diferencias entre sí, y que no existe una metodología estándar para la medición de los costos. Estos estudios no toman en cuenta gran parte de los costos asignados, como el costo de la tierra, el costo de oportunidad financiero de maquinaria, equipo y hato y la depreciación de la maquinaria. En esta investigación, el cálculo de los costos de producción agropecuarios se realiza anualmente.

En la ganadería, específicamente en la industria de producción de leche, se observan una gran cantidad de activos y bienes de capital que prestan sus servicios durante varios periodos de tiempo. Uno de estos activos es el hato que crece e incrementa su valor con el paso del tiempo, produce leche, tiene crías que poseerán las mismas características mencionadas, y adicionalmente al final de su período de producción (6 o más partos) se puede vender como animal de descarte.

#### *Medidas de rentabilidad*

El equipo de trabajo de Corpoica definió recomendaciones de alternativas tecnológicas productivas para enfrentar la variabilidad climática. Estas recomendaciones se evaluaron a través de un análisis económico y financiero tradicional, mediante el uso del Valor Presente.

Para hacer la evaluación financiera se tuvo en cuenta una situación “sin proyecto”, la cual correspondió a la no aplicación de las recomendaciones de alternativas tecnológicas productivas, y una “con proyecto”, que correspondió a la aplicación del proyecto de la elaboración de silos y la renovación de praderas. De esta manera, fue posible establecer una comparación y determinar si estas alternativas cuentan con una alta probabilidad de ser rentables para el ganadero, o si por

el contrario la aplicación de estas, representa una alta probabilidad de pérdida respecto a la situación “sin proyecto”.

### ***Método de Montecarlo***

Además del uso de este indicador otro aspecto fundamental fue el uso del Método de Montecarlo. Este analiza el riesgo a través de simulaciones de posibles resultados, donde se obtiene un rango de valores (una probabilidad de distribución), para cualquier factor bajo condiciones de incertidumbre. Mediante el uso de estas distribuciones de probabilidad se tiene una forma más acertada de observar la realidad, en particular la incertidumbre en las variables de un análisis de riesgo.

Las etapas que se realizan en este método según el trabajo Ozana de Melo et al. (2008), son:

1. Seleccionar e identificar las distribuciones de probabilidad de las variables en estudio
2. Selección aleatoria de un valor para cada variable en estudio, junto con la probabilidad de su ocurrencia
3. Determinar el valor del indicador de rendimiento del sistema utilizando el valor de la variable asociada con la probabilidad de ocurrencia
4. Repetir los pasos 2 y 3 hasta que la distribución de probabilidad del indicador de rentabilidad cumple con los requisitos de toma de decisiones

El desarrollo de gran parte de este trabajo estuvo basado en simulaciones Monte Carlo, las cuales consistieron en simular la rentabilidad incorporando el riesgo de pérdida de las alternativas productivas. De esta manera se mostró no sólo la rentabilidad convencional, sino también la distribución de la misma.

Con el objetivo de analizar las alternativas se aplicó un análisis de riesgo, que introdujo variabilidad en costos y producción de acuerdo con la variabilidad del clima, para lo cual se utilizó el software de simulación @Risk. Lo que se encarga de hacer este programa durante una simulación Monte Carlo, consiste en tomar muestras al azar de las distribuciones de probabilidad de entrada. Cada conjunto de muestras genera una iteración, encargándose este de guardar cada resultado obtenido. La simulación de Monte Carlo ejecutada por este software, se encarga de realizar este proceso miles de veces obteniendo una distribución de probabilidad de los posibles

resultados. De esta manera se tiene una visión amplia de lo que puede suceder, pues se obtiene la probabilidad de ocurrencia de los eventos.

## 6.2 MARCO METODOLÓGICO

Durante el desarrollo de la investigación, la obtención de gran parte de los datos necesarios para lograr simular la producción de los cultivos, y obtener la probabilidad de rentabilidad los mismos, se logró a través de visitas a las fincas y agremiaciones en Duitama (Boyacá), y a través de visitas a la sede de Corpoica en Tibaitatá localizada en Mosquera (Cundinamarca), con el objetivo de obtener la opinión de productores y expertos, respecto a los costos y productividad de los cultivos.

Además de dichas actividades, también se elaboraron y actualizaron patrones de costo. Los patrones de costo que fueron actualizados, son los propuestos en el proyecto Optimización (Baquero et. al. 2008) adaptados a la AAEEA-American Agricultural Economics Association, que sugiere utilizar en lugar del concepto de costo fijo y costo variable, los conceptos de costo fungible y costo asignado. Los costos fungibles corresponden al uso de insumos que se usan completamente en un periodo de producción, y pierden su identidad con el uso, un ejemplo podrían ser las semillas, y el concentrado. Los costos asignados son los correspondientes al uso de activos; que se caracterizan porque no se agotan en un único período de producción, y que proveen servicios a través del tiempo, con la característica que no pierden su identidad, un ejemplo se podría observar en la maquinaria, o en el hato de cría. Además, en este trabajo se planteó una metodología para el cálculo de costos y rentabilidad de producción lechera que se encuentra basada en el modelo del hato. Este modelo permite evaluar la rentabilidad de una inversión en las actividades de la finca, maneja un horizonte de tiempo de largo plazo que consiste en un periodo de tiempo de 20 años.

Según un estudio de Cardozo, et al. (2008), se muestra el modelo del hato de manera operativa, como un libro de Excel que calcula automáticamente la rentabilidad de inversiones en la actividad ganadera. El cálculo del costo de producción de un litro de leche mediante el uso de este modelo, encuentra que los costos de la tierra y del capital tienen un peso bastante importante.

Con el objetivo de elaborar y actualizar los patrones de costo, de dichas visitas se obtuvieron datos como, el costo de insumos, el costo del uso de maquinaria (tractor, remolque, cosechadora, forraje, etc.), el costo laboral administrativo, el costo laboral de obreros, y la producción de leche.

Estas alternativas se evaluaron con el software @Risk como se comentó anteriormente, con el objetivo de analizar la probabilidad de obtener rentabilidad, o lo que es lo mismo, la probabilidad de “ganar” o “perder” con la aplicación de las alternativas productivas para la mitigación, y adaptación frente a los diferentes escenarios de variabilidad climática.

## **VII. RESULTADOS**

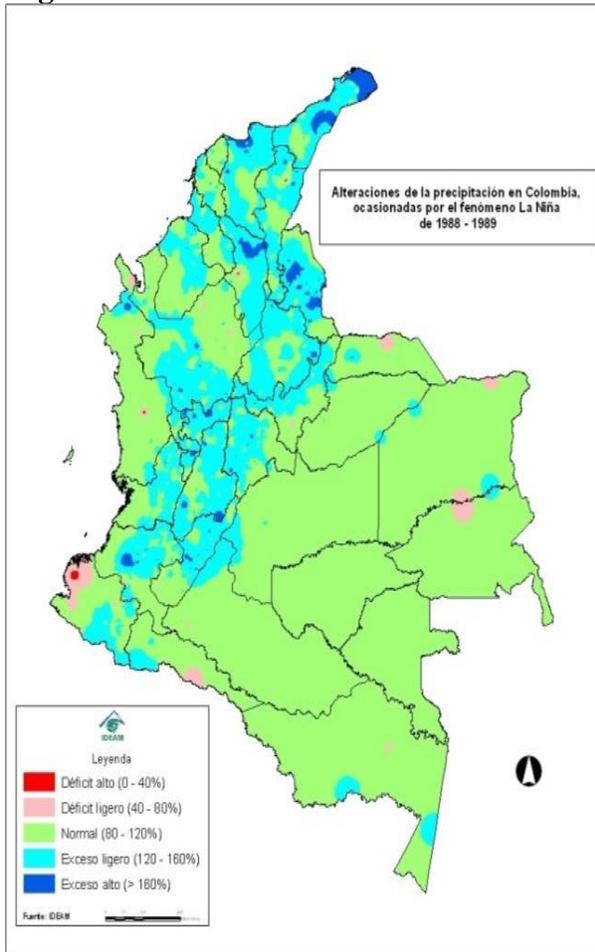
### **7.1 CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA**

Para cumplir con los objetivos de la investigación fue necesario medir la variabilidad climática. De este modo, es conveniente definir dos eventos que causan esta variabilidad, el fenómeno de El Niño y el fenómeno de La Niña, con el objetivo de conseguir un claro entendimiento de dichos fenómenos para lograr concebir como los mismos afectan a la producción de leche especializada.

El fenómeno de El Niño consiste básicamente en un calentamiento de las aguas superficiales del Océano Pacífico tropical central y oriental, delante de las costas del norte de Perú, Ecuador y las costas del sur-occidente de Colombia, lo cual altera el clima disminuyendo la pluviosidad y las heladas. Por su parte, el fenómeno de La Niña consiste en un enfriamiento de las mismas aguas del Océano Pacífico mencionadas anteriormente, lo cual trae consigo un aumento de la pluviosidad y la disminución de la temperatura.

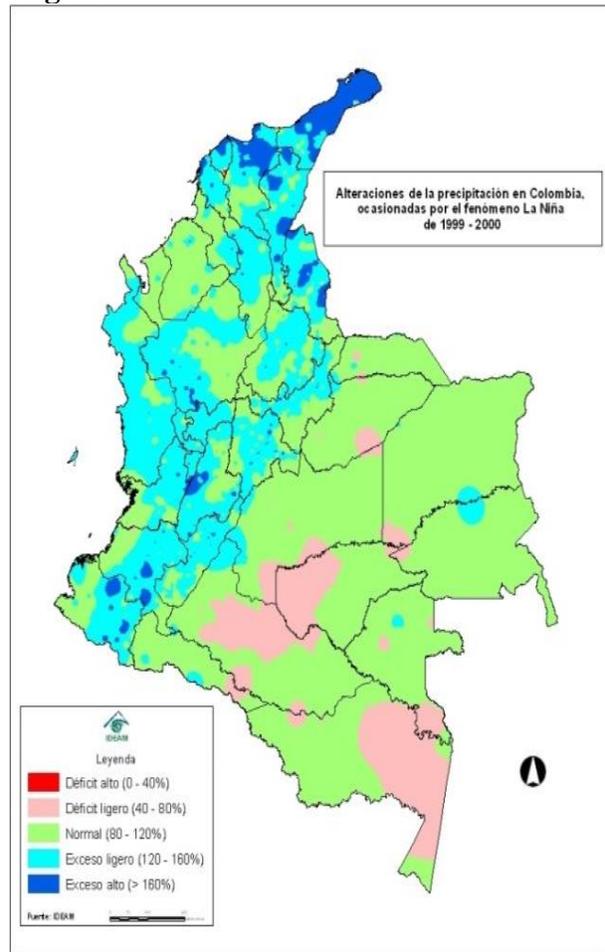
En las figuras 1 y 2 se observan las alteraciones que trajeron consigo los fenómenos de La Niña de 1988-1989 y de 1999-2000 sobre los niveles de precipitación en Colombia. Las regiones coloreadas con azul oscuro y azul claro, experimentaron un exceso de lluvia alto y ligero correspondientemente, las regiones coloreadas con verde mantuvieron normalidad en cuanto al nivel de precipitaciones, mientras que las regiones coloreadas con rojo oscuro y rojo claro presentaron un déficit de lluvia alto y ligero respectivamente. Estas figuras muestran claramente que el fenómeno de La Niña aumentó las lluvias en el departamento de Boyacá, y en la ciudad de Duitama.

**Figura 1**



**Fuente: IDEAM**

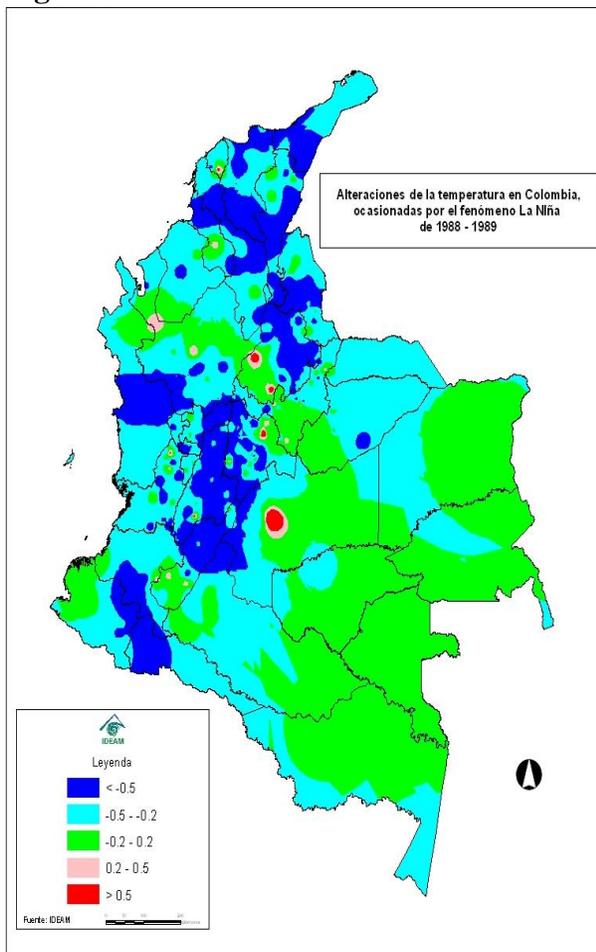
**Figura 2**



**Fuente: IDEAM**

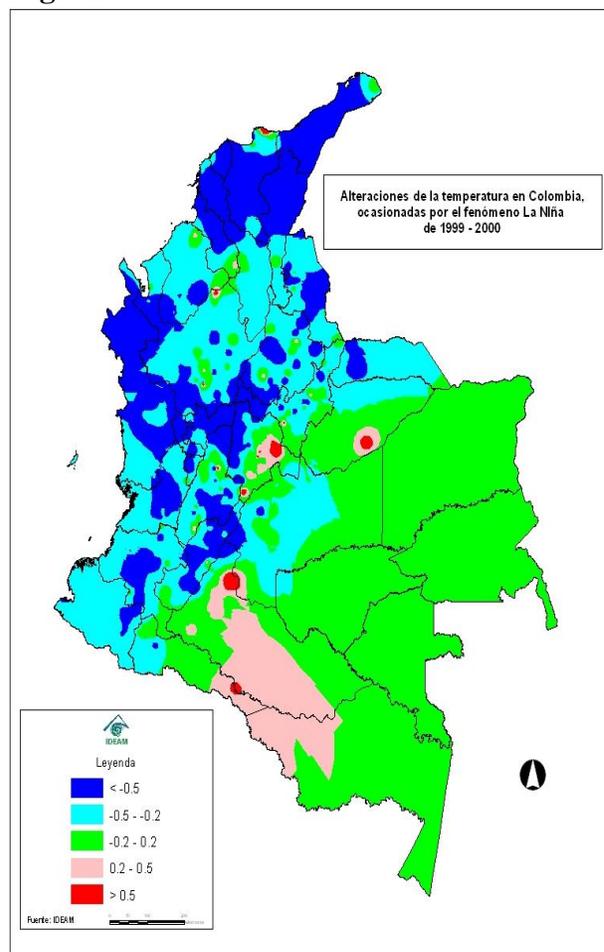
Por el otro lado, en las figuras 3 y 4 se pueden observar las alteraciones sobre la temperatura que fueron causadas por el fenómeno de La Niña sobre los niveles de temperatura en Colombia en 1988-1989 y 1999-2000. Las regiones coloreadas con azul oscuro y azul claro, experimentaron una disminución fuerte y ligera de la temperatura correspondientemente, las regiones coloreadas con verde mantuvieron normalidad en cuanto al nivel de temperatura se refiere, mientras que las regiones coloreadas con rojo oscuro y rojo claro presentaron un incremento alto y ligero de la temperatura respectivamente. Estas figuras muestran que el fenómeno de La Niña disminuyó la temperatura en el departamento de Boyacá, y en la ciudad de Duitama aunque esto no significó una caída drástica.

**Figura 3**



**Fuente: IDEAM**

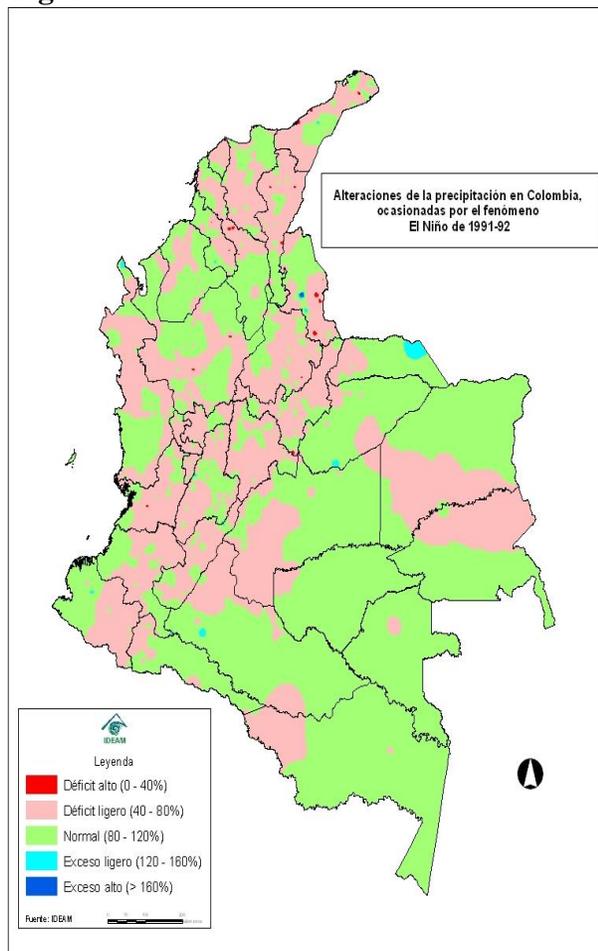
**Figura 4**



**Fuente: IDEAM**

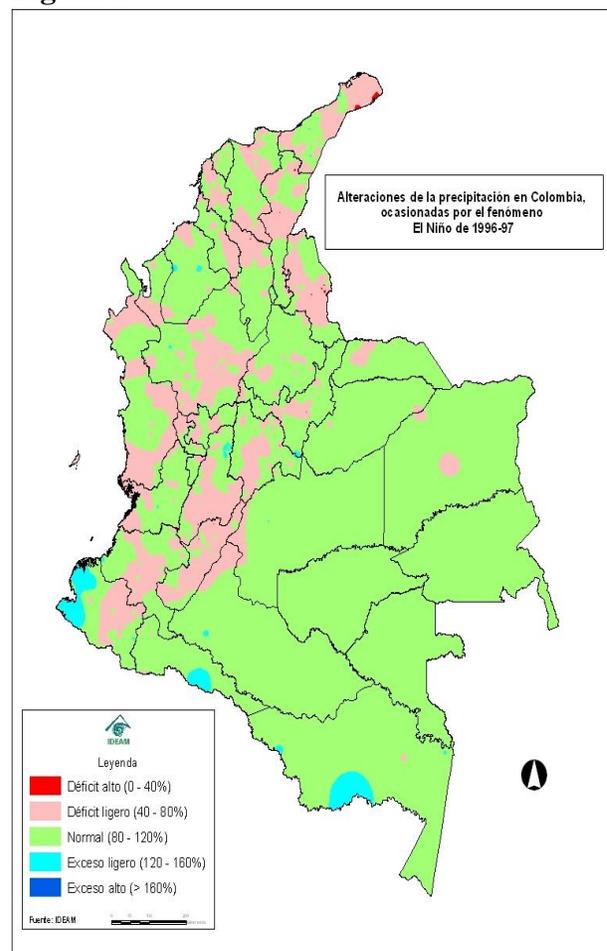
Asimismo, se tiene el fenómeno de El Niño en las figuras 5 y 6. En estas figuras se pueden observar las alteraciones causadas por el fenómeno de El Niño sobre la cantidad de lluvia que recibió el territorio colombiano durante 1991-1992 y 1996-1997. Las regiones coloreadas con rojo oscuro y rojo claro presentaron un déficit de lluvia alto y ligero correspondientemente, las regiones coloreadas con verde mantuvieron normalidad en el nivel de pluviosidad, mientras que las regiones coloreadas con azul oscuro y azul claro, experimentaron un exceso de lluvia alto y ligero correspondientemente. Estas figuras dan cuenta que el fenómeno de El Niño disminuyó las lluvias en el departamento de Boyacá, y en la ciudad de Duitama.

**Figura 5**



**Fuente: IDEAM**

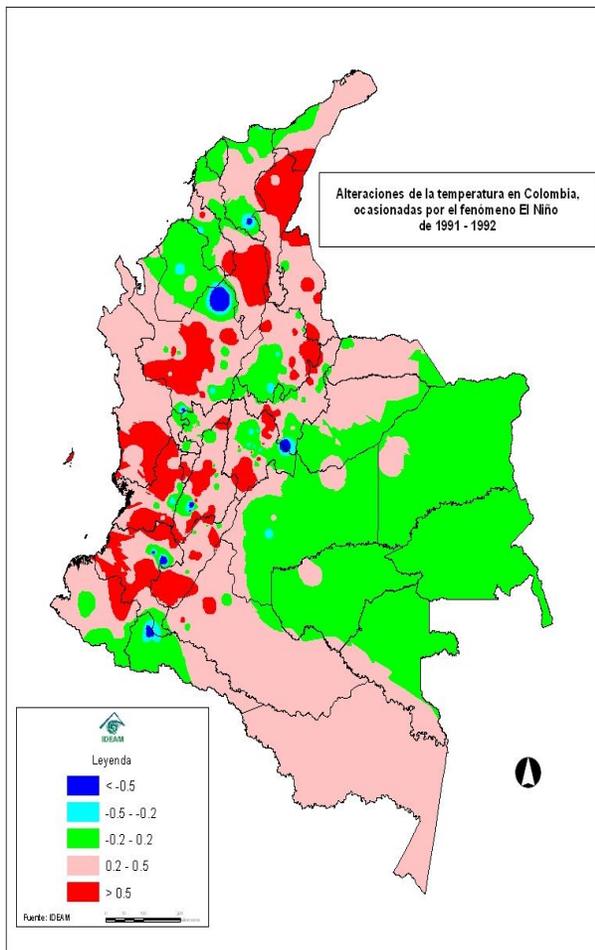
**Figura 6**



**Fuente: IDEAM**

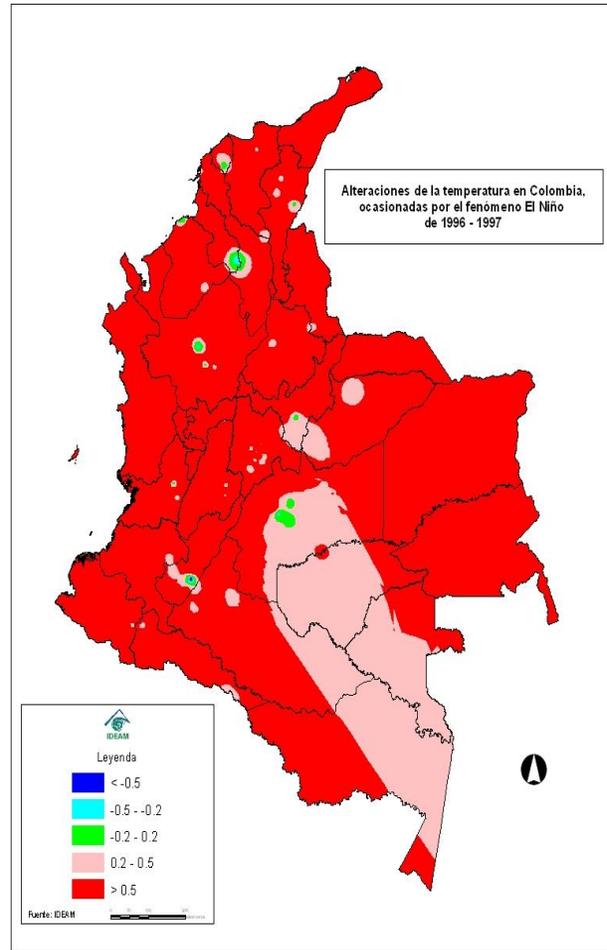
Finalmente, se tienen dos figuras adicionales, las figuras 7 y 8, que se encargan de mostrar los efectos causados por el fenómeno de El Niño de 1991-1992 y 1996-1997 sobre los niveles de temperatura en Colombia. Las regiones coloreadas con rojo oscuro y rojo claro presentaron un incremento alto y ligero de la temperatura correspondientemente, las regiones coloreadas con verde mantuvieron normalidad en cuanto al nivel de temperatura, mientras que las regiones coloreadas con azul oscuro y azul claro, experimentaron una disminución fuerte y ligera de la temperatura respectivamente. De este modo, al observar estas figuras se puede establecer que el fenómeno de El Niño aumentó considerablemente la temperatura en el departamento de Boyacá, y en la ciudad de Duitama.

**Figura 7**



**Fuente: IDEAM**

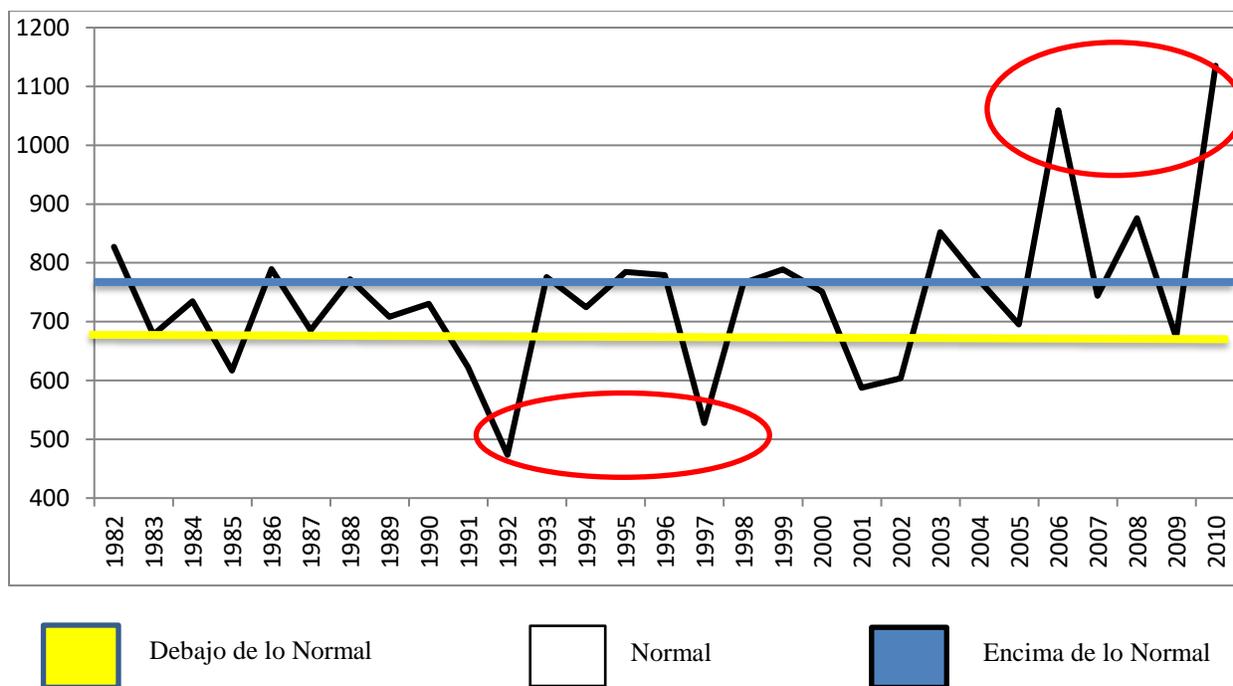
**Figura 8**



**Fuente: IDEAM**

De igual modo, también es importante conocer el comportamiento histórico de las precipitaciones en la región, las cuales se pueden observar en el gráfico 1. Este gráfico da cuenta de la existencia de variabilidad climática en lo que a precipitaciones se refiere, de hecho se puede ver claramente que en todos los años no llueve lo mismo. Sin embargo, se pueden observar los cambios que traen consigo los fenómenos de El Niño y de La Niña, pues disminuyen o aumentan las precipitaciones, como se observa en los círculos rojos por ejemplo.

**Gráfico 1**



**Fuente:** Rojas, E. (05/07/2013). Zonificación agroclimática del sistema de ganadería del valle de Ubaté y Chiquinquirá y la región del Alto Chicamocha [diapositivas de PowerPoint].

Gracias a la evidencia expuesta en las figuras 1 a 8 y finalmente en el gráfico 1, se puede poner a la vista que las alteraciones sobre la temperatura de las aguas del Pacífico son fuente de variabilidad climática, confirmando las afirmaciones de instituciones como el Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC<sup>1</sup>. Esta institución reconoce que estos fenómenos son la causa de la mayor señal de variabilidad climática en la franja tropical del océano Pacífico, dado que se generan cambios sobre los patrones de precipitación y temperatura de Colombia. Asimismo, esto es importante porque también se demuestra que dichas variaciones de la

<sup>1</sup> La definición de los fenómenos de El Niño y de La Niña de esta institución se puede consultar con facilidad en la siguiente dirección web:  
<https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=374&conID=1240>

temperatura en el Océano Pacífico alteran los patrones climáticos sobre la región de interés, Duitama (Boyacá).

Esto reafirma la necesidad de los productores de estar preparados ante eventos climáticos extremos, pues al existir una mayor cantidad de lluvias por ejemplo, el pasto se ahoga, lo cual no permite su crecimiento y por lo tanto elimina el alimento principal del hato, lo que hace prioritario el uso de ensilajes, una de las alternativas propuestas en este estudio.

## 7.2 ANÁLISIS DEL CLIMA

Con el objetivo de analizar la variabilidad climática en Duitama se utilizaron datos del National Weather Service de Estados Unidos, los cuales se encargan de mostrar cambios en el índice ONI (Oceanic Niño Index), mediante el cual se puede determinar la existencia de un fenómeno de El Niño o un fenómeno de La Niña. En el anexo 1 se pueden apreciar los datos obtenidos de dicha fuente, que muestran la existencia de fenómenos de El Niño o de La Niña. Los valores de los meses que presentaron fenómenos de El Niño se muestran en rojo, mientras que los valores de los meses que presentaron Fenómenos de La Niña se muestran en color azul.

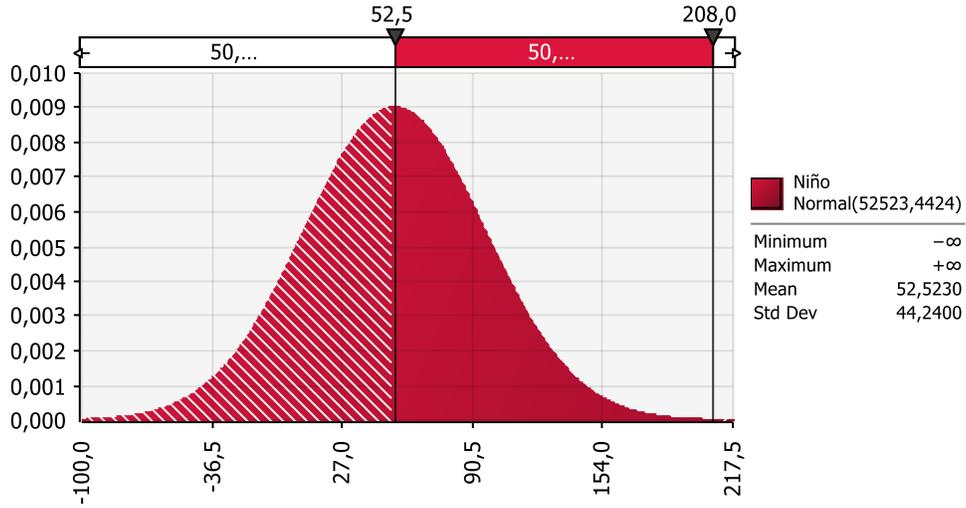
A continuación, luego de haber obtenido la información de los meses con fenómenos de El Niño o meses con fenómenos de La Niña, se utilizaron los datos del anexo 2<sup>2</sup> que muestran la cantidad de precipitaciones mensuales de la región durante el periodo 1981 a 2011. Estos datos son de gran importancia porque con ellos se obtuvo una muestra de precipitaciones para la construcción tres escenarios, un *año Niño*, un *año Niña*, y un *año Neutro*.

De esta manera, el trabajo realizado consistió en tomar todos los datos correspondientes a precipitación durante un periodo Niño, un periodo Niña, o un periodo Neutro, a los que se les ajustó una distribución de probabilidad utilizando el programa @Risk. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

---

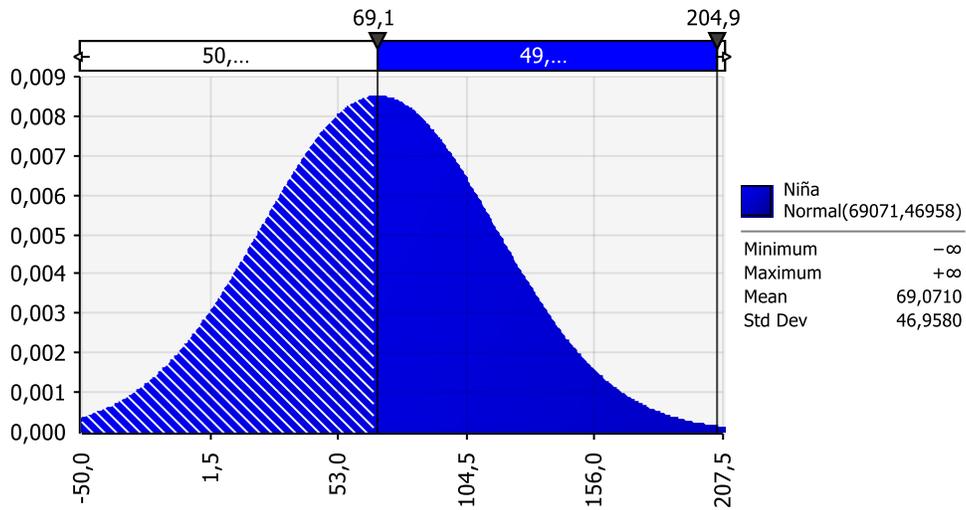
<sup>2</sup> Estos datos fueron proporcionados por Edwin Oswaldo Rojas (Investigador MSc. de Corpoica).

**Gráfico 2. Distribución de probabilidad de las precipitaciones Niño**



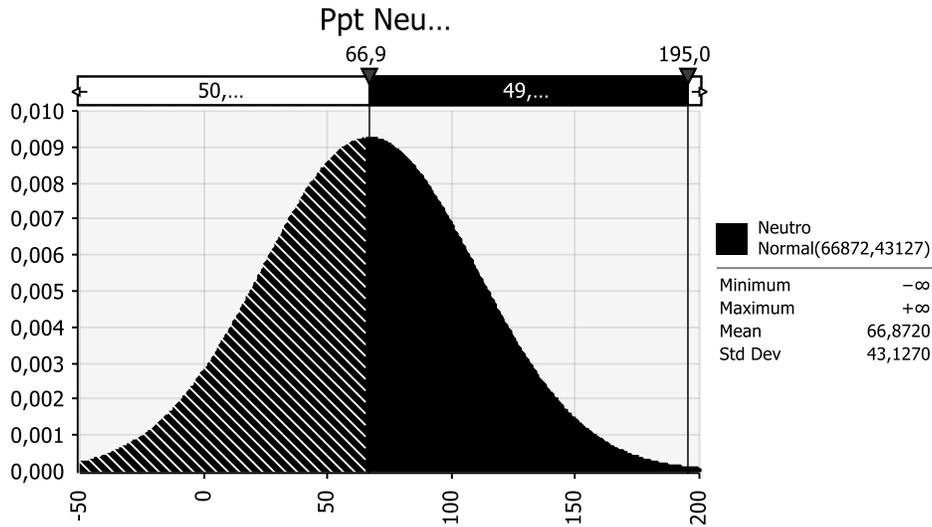
Fuente: Cálculos del Autor

**Gráfico 3. Distribución de probabilidad de las precipitaciones Niña**



Fuente: Cálculos del Autor

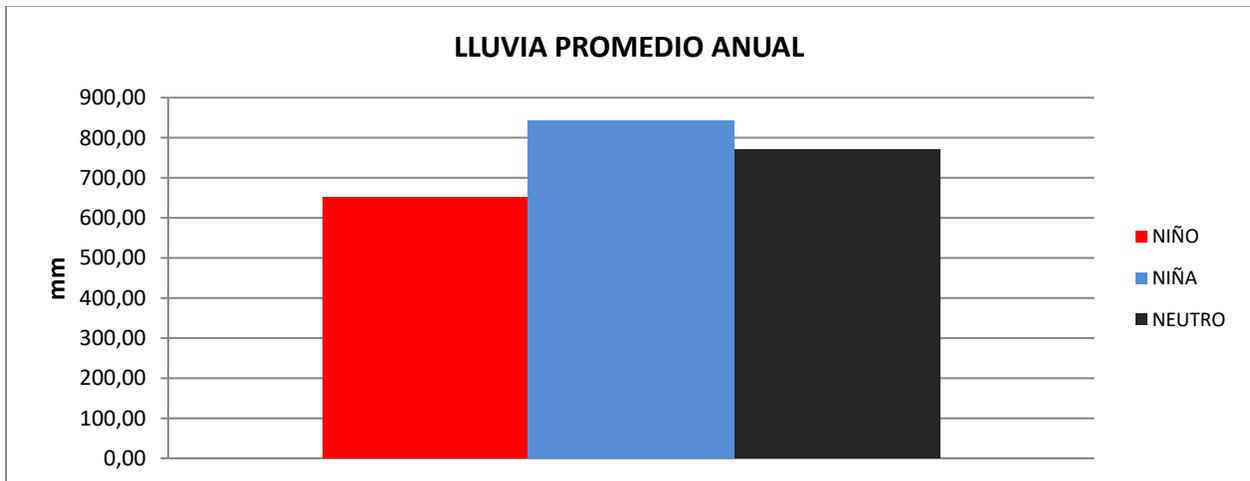
**Gráfico 4. Distribución de probabilidad de las precipitaciones Neutro**



**Fuente:** Cálculos del Autor

De este modo, de los datos del anexo 2 se obtuvo información valiosa para determinar cómo es el comportamiento de las precipitaciones en Duitama, así como el comportamiento de estas durante los escenarios *Niño*, *Niña* o *Neutro*, que es descrito por las distribuciones de probabilidad mostradas en los gráficos 2 a 4, donde se observa que las precipitaciones en un escenario *Niño* se distribuyen como una normal, con una media mensual de 52.523 mm. Por su parte el escenario *Niña*, también se distribuye como una normal con media mensual de 69.071 mm. De igual manera, se puede analizar el comportamiento del escenario *Neutro*, que se distribuye como una normal con una media mensual de 66.872 mm. El criterio usado para escoger estas distribuciones de probabilidad, consistió en determinar si la media de la distribución era similar a la de muestra, que en el caso de las distribuciones normales la media fue casi idéntica a la de la muestra usada.

**Gráfico 5**



**Fuente:** Cálculos del Autor

Además se obtuvo la lluvia promedio anual durante cada escenario para la región. Esta información se puede observar en el gráfico 5, donde se puede establecer una relación con los gráficos 2 a 4, y con la información expuesta en la caracterización del clima, dado que los datos que corresponden a las precipitaciones anuales promedio según escenario, se ajustan a los patrones de comportamiento que muestran las distribuciones de probabilidad de lluvias en un fenómeno de El Niño, de La Niña, o en un año Neutro. Si se presta atención a la media de las distribuciones de probabilidad de las lluvias en cada uno de los escenarios, se establece que en un año Niña las precipitaciones son mayores y en un año Niño menores. Así pues, en el gráfico 5 se ve claramente que el comportamiento de la región es el mismo. Esto es importante aclararlo, porque establece que la muestra de precipitaciones obtenida, se comporta como se espera.

## **7.3 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PRODUCTIVAS**

### **7.3.1 LA RENOVACIÓN DE PRADERAS**

#### **7.3.1.1 Definición**

De acuerdo con un estudio realizado por Sánchez, et al. (2012), la renovación de praderas está compuesta por los siguientes 4 procesos:

1. Análisis de suelos: Se realiza para evaluar la capacidad del suelo para suministrar nutrientes al forraje, para diagnosticar deficiencias y toxicidades.
2. Aplicación de enmiendas y fertilizantes: El forraje se debe manejar como un cultivo, para lo cual es necesario la implementación de enmiendas y de fertilización. Esta implementación se encuentra guiada por el resultado del análisis de suelos.
3. Uso de labranza vertical: Esta actividad tiene como fin realizar el acondicionamiento del suelo, sin dañar su estructura y los microorganismos existentes. Para la realización de esta actividad se puede usar maquinaria como desbrozadora, renovador de praderas, y rotovator de cuchilla.
4. Intersiembra de especies forrajeras: Luego de las labores mecánicas, es necesario disponer de diversidad en las praderas con variedad de gramíneas y leguminosas mejoradas, que dadas sus características de tolerancia a eventos de variabilidad climática, plagas, incrementa la productividad y la calidad del forraje. Las mezclas más comunes son las de raigrases anuales y perennes con gramíneas como el Azul Orchoro.

Además, este estudio indica la renovación de praderas incrementa la productividad de la pradera en un rango aproximado de 17% a 55% respecto a la pradera testigo, aparte de mejoras en la calidad nutricional del forraje, que mejoran a su vez, la productividad y la calidad de la leche.

### 7.3.1.2 Resultados

Con el objetivo de simular la producción de pastos se tuvieron en cuenta los datos de productividad de forraje por hectárea en el Alto Chicamocha, e incrementos de productividad debidos a la implementación de renovación de praderas, referenciados en los estudios titulados “*Recuperación de Suelos y Renovación de praderas en Sistemas de Producción de Leche Especializada de Trópico Alto*” de Sánchez et al. (2013) y “*Renovación de praderas degradadas en sistemas de producción lechera del trópico del alto colombiano*” de Sánchez et al. (2012). Las productividades referenciadas en dichos estudios, así como las recomendaciones de Luis Carlos Arreaza (experto e investigador de Corpoica) para poder entender esta información, fueron de gran utilidad porque con esa guía se pudo determinar en esta investigación la productividad por hectárea de pastos, la cual a su vez fue corregida por la variabilidad climática según el escenario contemplado, *año Niño, año Niña, y año Neutro*.

La productividad de pasto varía según la cantidad de agua que reciba el cultivo, por este motivo, en el año Niño se presenta menor productividad, en el Neutro productividad media, y en la Niña mayor productividad. Además, al realizar la renovación, el rendimiento de la pradera se incrementa en un aproximado de 20%, incremento que fue modelado para determinar si la alternativa es beneficiosa.

Lo importante para la investigación era determinar si es rentable para el ganadero renovar la pradera (lo que corresponde a la situación con proyecto), en lugar de no renovarla (lo que corresponde a la situación sin proyecto). Sin embargo, se debe aclarar que el análisis no es tan sencillo, puesto que es necesario introducir la variabilidad en costos y en productividad generada por los eventos climáticos extremos, así pues, no se evaluó un solo escenario como se hace tradicionalmente, sino que fueron evaluados 9 escenarios en total. Para lograr que el lector tenga un mejor entendimiento de los escenarios evaluados, cada uno de ellos se encuentra marcado con una *x* como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1**

		Situación “real” futura		
		Niño	Niña	Neutro
Situación de toma de decisiones o predicción	Niño	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>
	Niña	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>
	Neutro	<i>x</i>	<i>x</i>	<i>x</i>

La tabla 1 es importante porque muestra los escenarios a los cuales se podría enfrentar el productor de leche especializada de Duitama, en lo que al clima se refiere. Para lograr un mayor entendimiento de la importancia de estos escenarios se procede a realizar el siguiente ejemplo: Supóngase que el productor piensa que el año siguiente va a tener un clima Neutro, pero la realidad es que t+1 resulta ser un año Niño. De este modo, el productor se encuentra ubicado en el escenario Neutro-Niño y lo que hace que sea importante aclarar cuál es el escenario en donde se encuentra el mismo, consiste en que las productividades varían según como sea el clima, puesto que los regímenes de lluvia afectan las productividades de los forrajes.

Para simular la variabilidad de la producción causada por los eventos climáticos extremos, se utilizó inicialmente el programa de simulación Environmental Policy Integrated Climate (EPIC) desarrollado por @ Blackland Research & Extension Center and USDA Grassland, Soil, and Water Laboratory in Temple, Texas, en su versión para windows. EPIC es básicamente un programa de simulación de clima, suelo y producción. Después de múltiples tropiezos técnicos se logró simular la producción de avena y de raigrás (pasto), con resultados satisfactorios a nivel anual pero no a nivel mensual, con fallas manifiestas sobre las diferencias esperadas entre los meses secos y de alta pluviosidad. Asimismo, se debe resaltar que se contactó a los desarrolladores del software en la Universidad de Texas, pero a pesar de que los mismos solicitaron información acerca de los problemas del programa, nunca se recibió respuesta por parte de ellos sobre los problemas encontrados, por lo que se definió utilizar la siguiente metodología.

Con el fin de deducir que es más rentable para el productor, se calculó la producción de forraje por parte de este, recogiendo las variaciones climáticas generadas por los escenarios Niño, Niña y Neutro. Esto se logró definiendo la productividad de forraje para cada escenario, como primer paso. La productividad fue definida usando los estudios mencionados anteriormente y a través de la opinión del experto de Corpoica para poder depurar dicha información. De este modo, la productividad definida consistió en 10 ton/ha en año Niño, 24 ton/ha en año Niña, y 20 ton/ha en año Neutro. A continuación, el siguiente paso consistió en recoger el efecto del clima, para lo cual se usaron todos los datos de precipitación mensual correspondientes a cada escenario. Luego se obtuvieron las distribuciones de probabilidad de las lluvias.

Contando con la variabilidad del clima se normalizó la producción respecto a este, de tal manera que la variabilidad de la producción siguió la misma distribución probabilística de la precipitación.<sup>3</sup>

Después de realizar estas actividades, se estimó el costo por kilogramo de pasto. El costo se obtuvo de la siguiente manera: Se dividió el costo de mantenimiento de la hectárea por la productividad de pasto renovado o sin renovación, productividad que a su vez fue multiplicada por mil, dado que se encontraba en toneladas. El siguiente paso consistió en estimar el Valor Presente (VP con un horizonte de evaluación de 7 años con una tasa de descuento estándar del

---

<sup>3</sup> La actividad ejecutada consistió en realizar lo siguiente: Si la productividad en un año Niño es de 10 ton/ha y se tiene que para ese escenario en promedio se registra una de precipitación de 52.5 mm mensual, la operación que se debe realizar entonces, consiste en multiplicar las 10 ton/ha por un valor X de la distribución de probabilidad y dividirlo por la precipitación promedio, que es de 52.5 mm mensual.

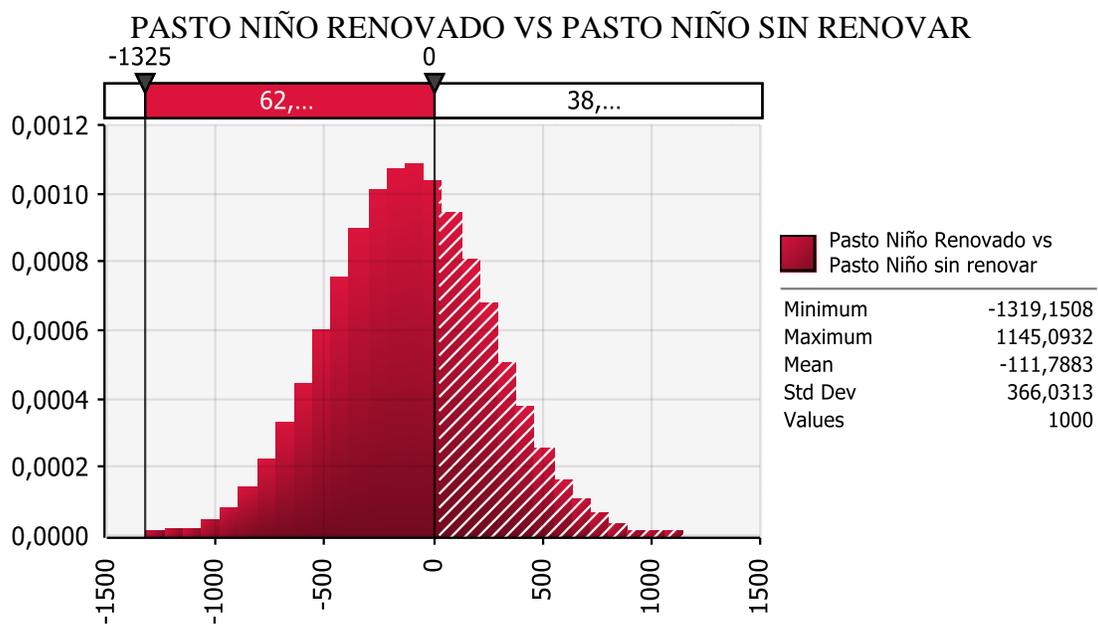
12%) del costo de producción de un kilogramo de pasto de la pradera renovada y el VP del costo de un kilogramo de pasto de la pradera no renovada. Esto fue posible gracias a la información que se obtuvo a través de los patrones de costo obtenidos a través de entrevistas con el experto de Corpoica Luis Carlos Arreaza, y los datos de las encuestas realizadas en las fincas de Santa Inés y San Isidro en Duitama (Boyacá).<sup>4</sup>

Por consiguiente, para determinar la rentabilidad del ganadero, al VP del costo por kilogramo de pasto de la pradera renovada, se le restó el VP del costo por kilogramo de pasto de la pradera no renovada, es decir, los VP de los costos de las situaciones con y sin proyecto fueron restados uno a otro, con el objetivo de encontrar qué alternativa productiva era más rentable.

De esta manera, un valor positivo representa que es más barato producir el pasto de la pradera sin renovación, porque esto significa que la recomendación tecnológica de renovar la pradera es más costosa. Entonces, si esa situación se llega a presentar se puede concluir que renovar la pradera no es rentable para el ganadero. Aparte de eso, al resultado obtenido de dicha resta se le ajustó una distribución de probabilidad, a través de la cual se puede observar el riesgo de pérdida del productor. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

### COSTO DE RENOVAR LA PRADERA FRENTE AL COSTO DE NO RENOVARLA ESCENARIO NIÑO

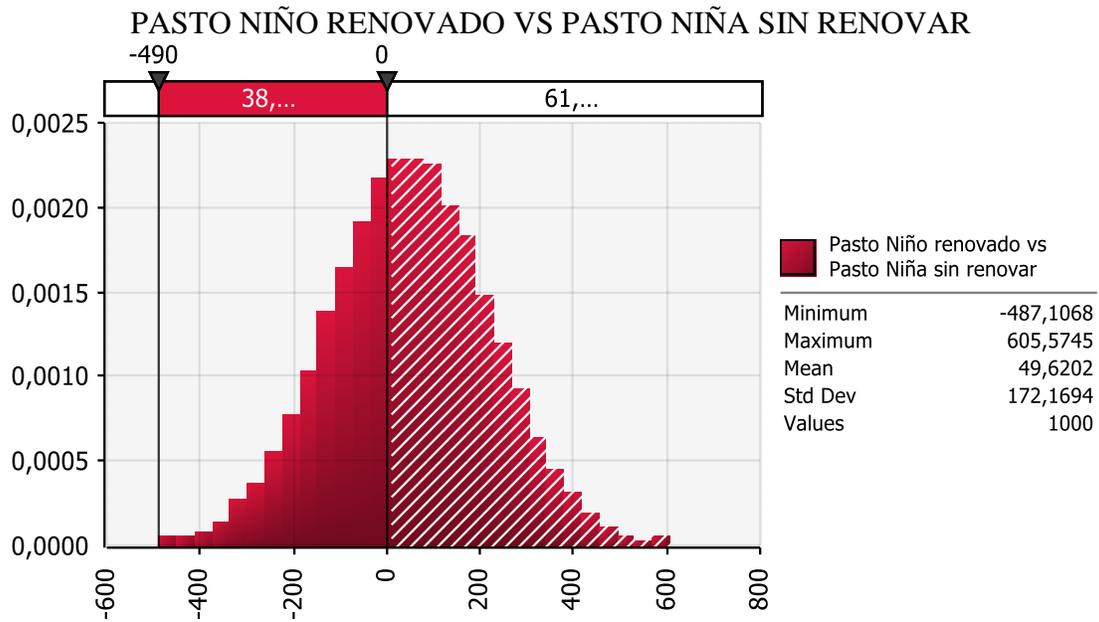
**GRÁFICO 6**



**Fuente:** Cálculos del Autor

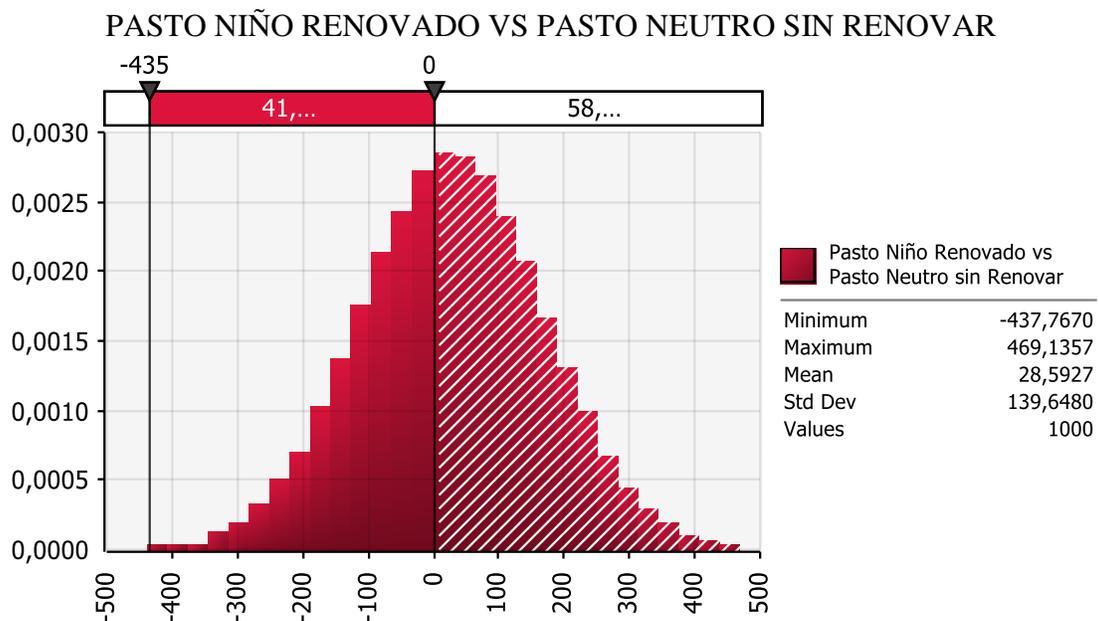
<sup>4</sup> La información de los patrones de costo y de las encuestas se encuentra disponibles al público. Para mayor información se puede contactar la siguiente dirección de correo electrónico: [devis.pena@mail.escuelaing.edu.co](mailto:devis.pena@mail.escuelaing.edu.co)

## GRÁFICO 7



**Fuente:** Cálculos del Autor

## GRÁFICO 8



**Fuente:** Cálculos del Autor

Los gráficos anteriores muestran que la alternativa productiva de renovar la pradera en el escenario Niño presenta pérdidas en promedio, y una alta probabilidad de pérdida para el ganadero en sus tres escenarios. Ahora bien, como se trata de un análisis de riesgo utilizando @risk, la probabilidad asociada a los valores negativos muestra la “probabilidad de éxito”, o la “probabilidad de ganar” del proyecto, mientras que la probabilidad asociada a los valores positivos muestra la “probabilidad de fracaso”, o la “probabilidad de perder” con la aplicación del proyecto.

De este modo, el gráfico 6 muestra que la alternativa productiva de renovar la pradera en el escenario Niño-Niño presenta ganancias en promedio de \$111, pero las mismas se encuentran asociadas a una alta probabilidad de pérdida que alcanza un 38%.

En el gráfico 7 se puede ver el comportamiento para el caso del escenario Niño-Niña, en el cual se puede observar que el ganadero está perdiendo en promedio \$49 por kilo de pasto renovado si este se compara frente al kilo de pasto no renovado, sumándole paralelamente a esto un riesgo de pérdida alto que se ubica en un 61.3%.

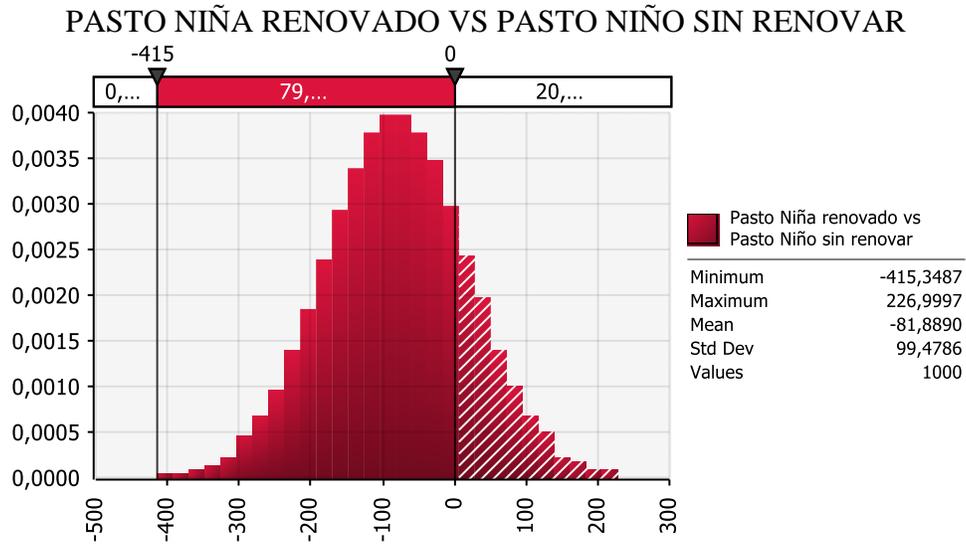
Finalmente, se pueden detallar los resultados obtenidos en el gráfico 8, que corresponden al escenario Niño-Neutro. En este caso, la pradera renovada también es una alternativa menos atractiva frente al pasto no renovado, dado que se puede ver claramente una pérdida promedio de \$28 por kilo, con un riesgo de pérdida alto que alcanza 58.1%.

Debido a que hay un gran número de escenarios estimados, se va a presentar sus respectivas distribuciones de probabilidad que pueden ser interpretadas del mismo modo en que se interpretó el escenario de El Niño.

Los aspectos más relevantes de estas distribuciones, como la media y el riesgo de pérdida de la alternativa, son mostrados en la tabla 2.

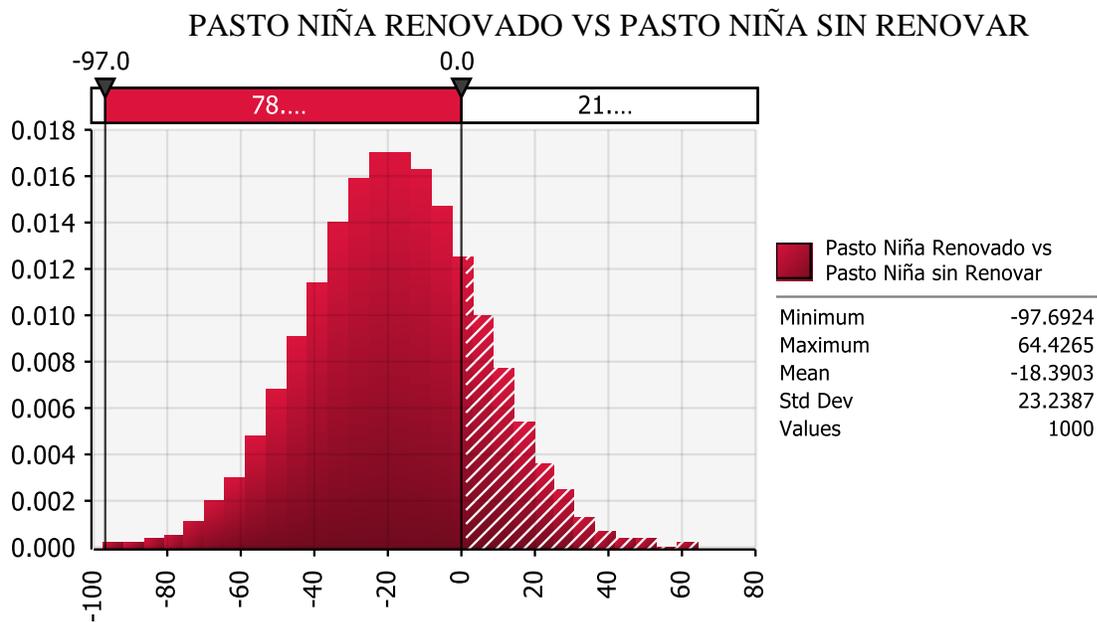
## COSTO DE RENOVAR LA PRADERA FRENTE AL COSTO DE NO RENOVARLA ESCENARIO NIÑA

**GRÁFICO 9**



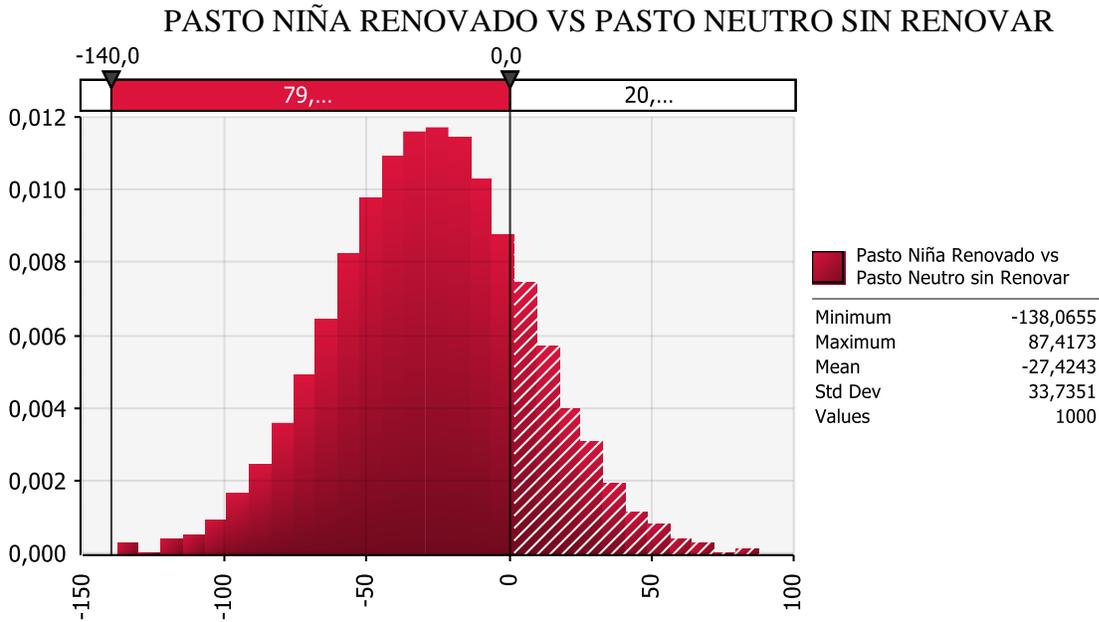
**Fuente:** Cálculos del Autor

**GRÁFICO 10**



**Fuente:** Cálculos del Autor

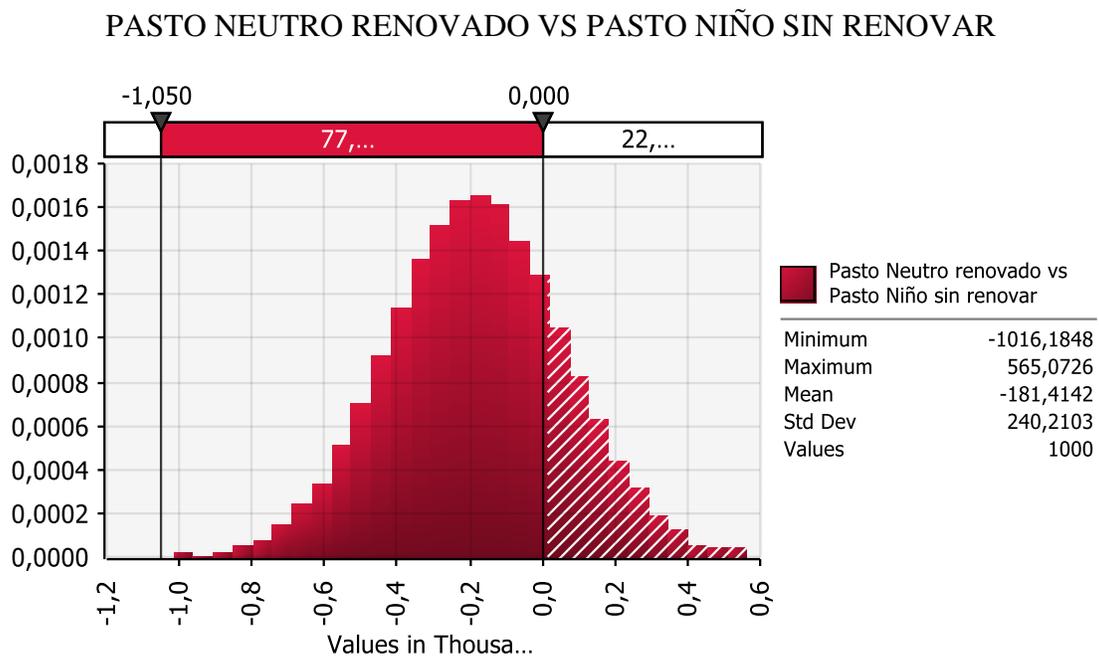
## GRÁFICO 11



Fuente: Cálculos del Autor

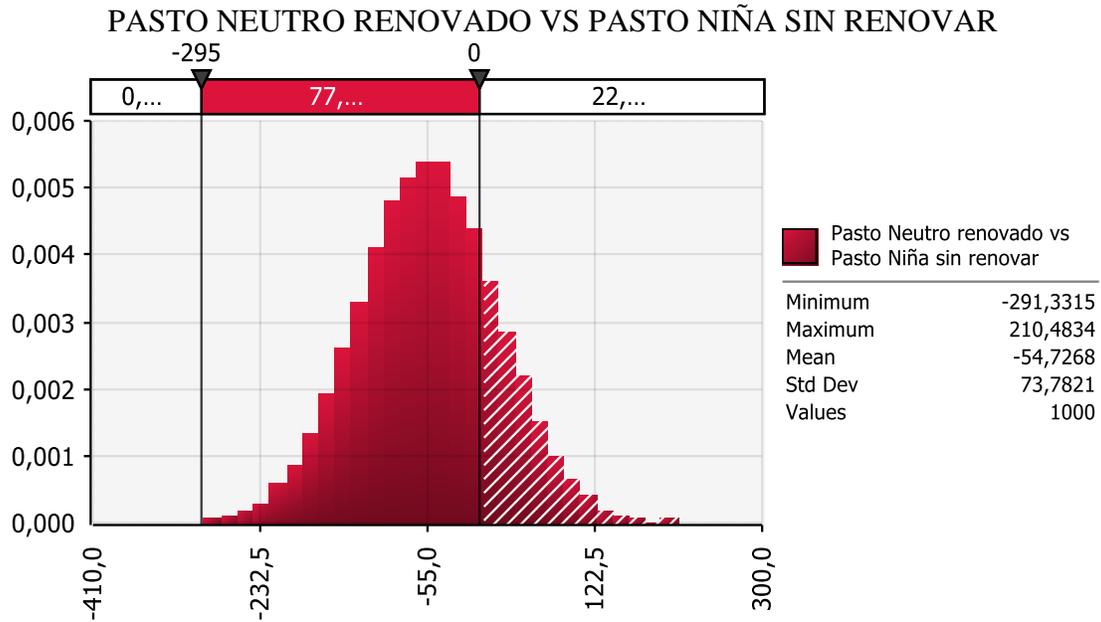
## COSTO DE RENOVAR LA PRADERA FRENTE AL COSTO DE NO RENOVARLA ESCENARIO NEUTRO

## GRÁFICO 12



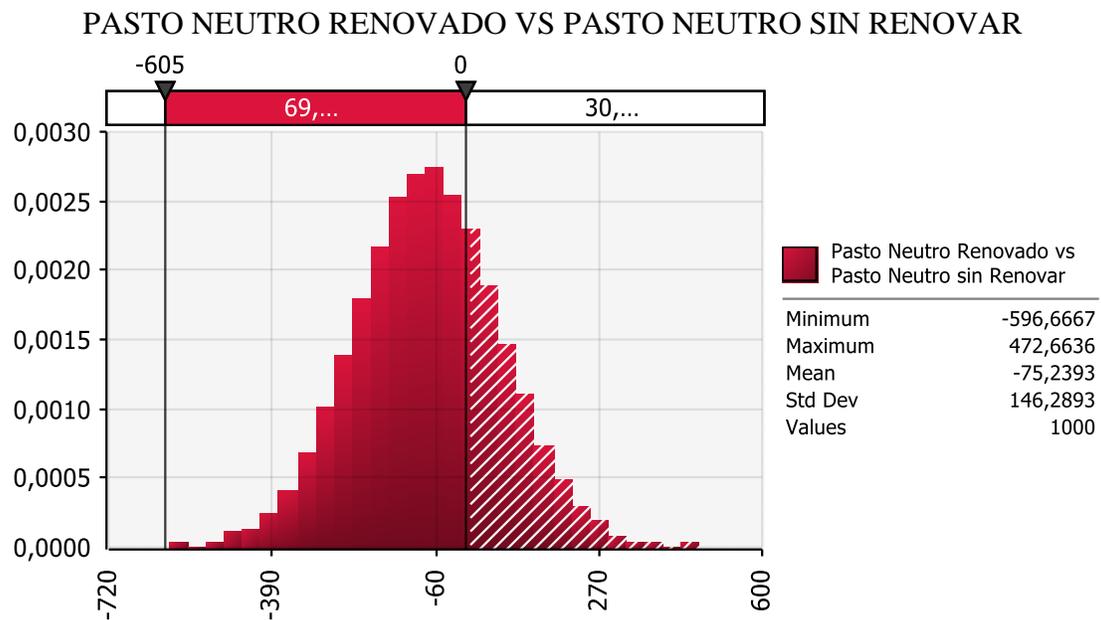
Fuente: Cálculos del Autor

**GRÁFICO 13**



**Fuente:** Cálculos del Autor

**GRÁFICO 14**



**Fuente:** Cálculos del Autor

**TABLA 2. EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LA RENOVACIÓN DE PRADERAS PARA TODOS LOS ESCENARIOS DE CLIMA**

	Niño		Niña		Neutro	
Niño	<b>Ganancia (+)</b>	\$ 111	<b>Ganancia (+)</b>	-\$ 49	<b>Ganancia (+)</b>	-\$ 28
	<b>Pérdida (-)</b>		<b>Pérdida (-)</b>		<b>Pérdida (-)</b>	
	<i>Probabilidad de perder</i>	38%	<i>Probabilidad de perder</i>	61,3%	<i>Probabilidad de perder</i>	58,1%
Niña	<b>Ganancia (+)</b>	\$ 81	<b>Ganancia (+)</b>	\$ 18	<b>Ganancia (+)</b>	\$ 27
	<b>Pérdida (-)</b>		<b>Pérdida (-)</b>		<b>Pérdida (-)</b>	
	<i>Probabilidad de perder</i>	20,5%	<i>Probabilidad de perder</i>	21,4%	<i>Probabilidad de perder</i>	20,8%
Neutro	<b>Ganancia (+)</b>	\$ 181	<b>Ganancia (+)</b>	\$ 54	<b>Ganancia (+)</b>	\$ 75
	<b>Pérdida (-)</b>		<b>Pérdida (-)</b>		<b>Pérdida (-)</b>	
	<i>Probabilidad de perder</i>	22,5%	<i>Probabilidad de perder</i>	22,8%	<i>Probabilidad de perder</i>	30,3%

Fuente: Cálculos del Autor

Para leer los resultados de la tabla 2, se debe tener en cuenta que en los gráficos los valores negativos significan que la alternativa es rentable, mientras que por el otro lado, los valores positivos significan que existen pérdidas. En esta tabla, dado que se muestra información acerca de ganancias y pérdidas, para facilitar el análisis del lector, un valor positivo significa que hay ganancia, mientras que uno negativo significa que hay pérdida. Además, en la tabla se pueden ver las probabilidades de pérdida asociadas a cada escenario, lo cual permite ver el riesgo que asumiría el productor al momento de implementar el proyecto.

En el caso del escenario climático Niño, se recomienda no implementar el proyecto para los escenarios Niño-Niña y Niño-Neutro, pues se registran pérdidas en promedio de \$49 y \$28 por kilo de pasto respectivamente y la probabilidad de pérdida de perder es muy alta ya que alcanza 61.3% para el primer caso y 58.1% para el segundo. Sin embargo, en el escenario Niño-Niño, se calcularon ganancias promedio de \$111 por kilo de pasto, pero debe tener en cuenta que esta opción tiene una probabilidad de perder 38%.

Acto seguido, se puede observar el caso del escenario Niña. En este escenario es altamente recomendable renovar los pastos, dado que para todos los casos la información obtenida arroja ganancias en promedio por kilo de pasto. Para el escenario Niña-Niño \$81 de ganancia en promedio, para el escenario Niña-Niña \$18 y para el escenario Niña-Neutro \$27 de ganancia. Además, la probabilidad de perder es baja; 20.5% para el primer caso, 21.4% para el segundo y 20.8% para el tercero. Esta situación hace de esta opción bastante atractiva para la aplicación del proyecto.

Para concluir con el análisis, se pueden detallar los resultados obtenidos en el escenario Neutro. Este escenario también es recomendable para la realización del proyecto, dado que en los

escenarios Neutro-Niño y Neutro-Neutro se registran ganancias promedio de \$181 y \$75 respectivamente. Además, la probabilidad de perder es baja, 22.5% para el primer caso y 30.3% para el segundo. El caso del escenario Neutro-Niña también es recomendable para la aplicación de esta alternativa tecnológica, pues se registra una ganancia promedio de \$54 por kilo de pasto, con una probabilidad de perder de 22.8%.

En resumidas cuentas, se muestra que existe una alta probabilidad de que la implementación del proyecto tenga éxito en los escenarios Niña y Neutro, pues estos arrojaron ganancias en promedio y baja probabilidad de pérdida en la mayoría de los escenarios evaluados. Por este motivo, la alternativa tecnológica de renovar la pradera en los escenarios Niña y Neutro es recomendable para el ganadero con el objetivo de disminuir su vulnerabilidad frente a eventos climáticos extremos. En el caso del escenario Niño, a pesar de que existe un escenario en donde se genera ganancia en promedio, no es recomendable implementar el proyecto dado el riesgo implícito con este escenario.

### **7.3.2 EL ENSILAJE**

#### **7.3.2.1 Definición**

Los eventos de variabilidad climática, producidos por el fenómeno de El Niño y de La Niña, explicados anteriormente, traen consigo varios problemas para el ganadero. Según Arreaza et al. (2012), esta variabilidad genera una baja disponibilidad y calidad en el forraje, los animales presentan déficit de consumo de forrajes en su alimentación, al igual que mala calidad de la misma. Además, también se presenta una disminución en la producción de leche, e incluso se pierden las vidas de los animales. Por este motivo ellos proponen conservar forrajes, una tecnología de fácil adopción para cualquier ganadero, dado que es una tecnología sencilla, y disminuye los efectos negativos de las sequías, heladas e inundaciones provocadas por la variación de la pluviosidad y de las temperaturas.

Esta conservación de alimento es llamada ensilaje y según ellos este proporciona varias ventajas como:

- Forraje jugoso y de buena calidad nutritiva
- Aprovechamiento de los excesos de forraje
- Aumento de capacidad de carga de la finca, lo que implica recuperación de la pradera
- Disminución en el consumo de concentrados
- Mejor balance de nutrientes
- Reducción de los costos de alimentación
- Disponibilidad de forraje en cualquier momento del año

Es importante resaltar que la técnica de ensilaje no es solamente útil para la conservación de pastos, sino que también resulta de gran ayuda para la conservación de cereales como la Avena y el Maíz, los cuales son adecuados para el cultivo en las zonas frías de Boyacá. Si se toma

nuevamente como guía a Arreaza et al. (2012), se encuentra que la Avena es uno de los cereales más recomendados para cultivar en las zonas frías de Boyacá, porque es de ciclo más corto que el maíz. La siembra de este cereal se realiza tradicionalmente en el mes de marzo. Además, los autores presentan una serie de recomendaciones para lograr un silo exitoso que son presentadas a continuación:

Para el caso de pastos

- El cultivo debe recogerse en el menor tiempo posible, picarse y almacenarse. El picado se puede realizar con una picadora en áreas pequeñas, pero si es un área grande, se debe utilizar un tractor y una cosechadora. El tamaño de las partículas picadas debe ser de alrededor de 2 a 5 centímetros.
- La cosecha se realiza a mano (si son áreas pequeñas), o a través de máquinas en áreas mayores a una hectárea.
- Compactar el forraje con el objetivo de expulsar el oxígeno, previniendo una fermentación del forraje por la acción de enterobacterias, levaduras y hongos. Esta compactación se almacena en bolsas, donde se recomienda un peso estimado de 45 a 50 kilogramos.
- También se recomienda el uso de aditivos e inóculos, como la melaza de caña, glicerina cruda, y harinas de arroz que ayudan a reducir la humedad del forraje.

Para el caso de Avena

- El punto de cosecha ideal es cuando el cultivo de avena se encuentra entre 90 a 120 días de maduración, dependiendo de la variedad sembrada.
- Se recomienda comprobar el estado ideal de la cosecha antes de ensilarlo, por este motivo se puede verificar tomando varias espigas de diferentes plantas y luego separar algunos granos, a continuación se oprimen los granos con las uñas y si lo que se obtiene es un líquido blanco, el cultivo se encuentra en un estado lechoso por lo cual no es recomendable ensilarlo. Por el contrario, si lo que se obtiene es una pasta de color blanquecino, el cultivo se puede cosechar y desde luego ensilar.

### 7.3.2.2 *Resultados*

#### **Producción de avena**

La productividad de avena, al igual que la de pasto, presenta variaciones según el escenario climático en la que se encuentre. Esto se debe a la disponibilidad de agua en el cultivo producto de las precipitaciones.

Con el fin de determinar si los silos de avena son más rentables que la pradera sin renovación, se realizó un ejercicio similar al de pastos. En primer lugar, con el uso del estudio titulado “*Nuevas avenas para mejorar la competitividad de los sistemas de producción de leche de la sabana de*

*Bogotá*” de Cuesta et al. (2008) y la opinión del experto de Corpoica Luis Carlos Arreaza para interpretar dicho estudio, se logró aproximar la productividad de avena según el escenario climático contemplado. La productividad de pasto que fue usada correspondió a la misma que se usó en el capítulo anterior. De igual manera, se usó la información de patrones de costo y encuestas, con el fin de determinar el costo por kilogramo de producir silos de avena. El costo por kilogramo se obtuvo de una manera sencilla, lo que se hizo simplemente fue dividir el costo de mantenimiento de la hectárea por la productividad de avena, productividad que a su vez fue multiplicada por mil, dado que se encontraba en toneladas. Para el cálculo del costo por kilogramo de pasto sin renovación se utilizó la información del ejercicio realizado en la evaluación del proyecto de renovación de praderas.

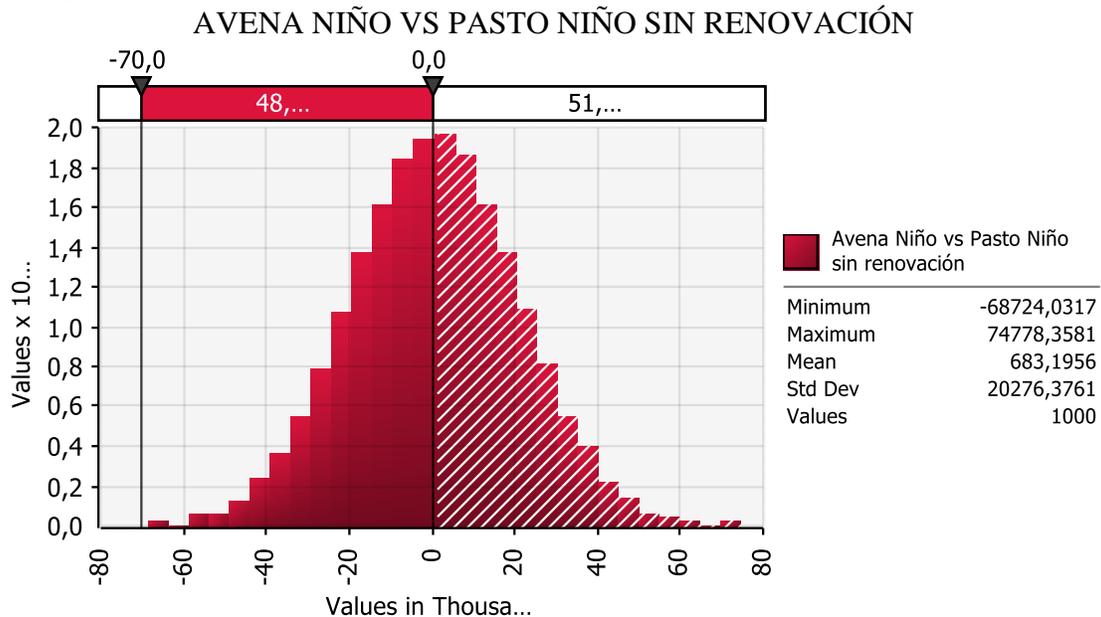
Acto seguido, se obtuvo la resta del costo por kilogramo del silo de avena y del kilogramo de pasto sin renovación. El resultado obtenido fue ajustado con una distribución de probabilidad para determinar que opción era más rentable. Además, es importante resaltar que al igual que con los pastos, se evaluaron todos los escenarios factibles del capítulo anterior.

Para determinar la rentabilidad de la alternativa de producción de silos de avena, se aplica el mismo análisis realizado al pasto. Un valor positivo significa que es más barato producir el kilogramo de pasto sin renovación, que el kilogramo de silo de avena.

Los resultados que fueron obtenidos se muestran a continuación en las siguientes distribuciones de probabilidad.

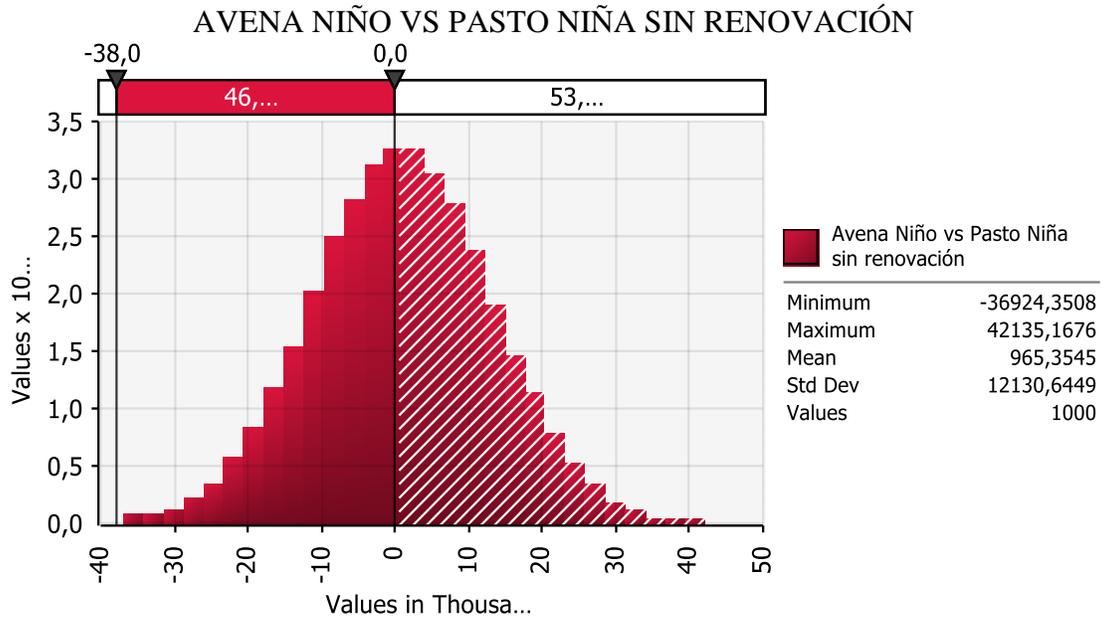
### COSTO DE SILOS DE AVENA FRENTE AL COSTO DE PASTOS SIN RENOVACIÓN **ESCENARIO NIÑO**

**GRÁFICO 9**



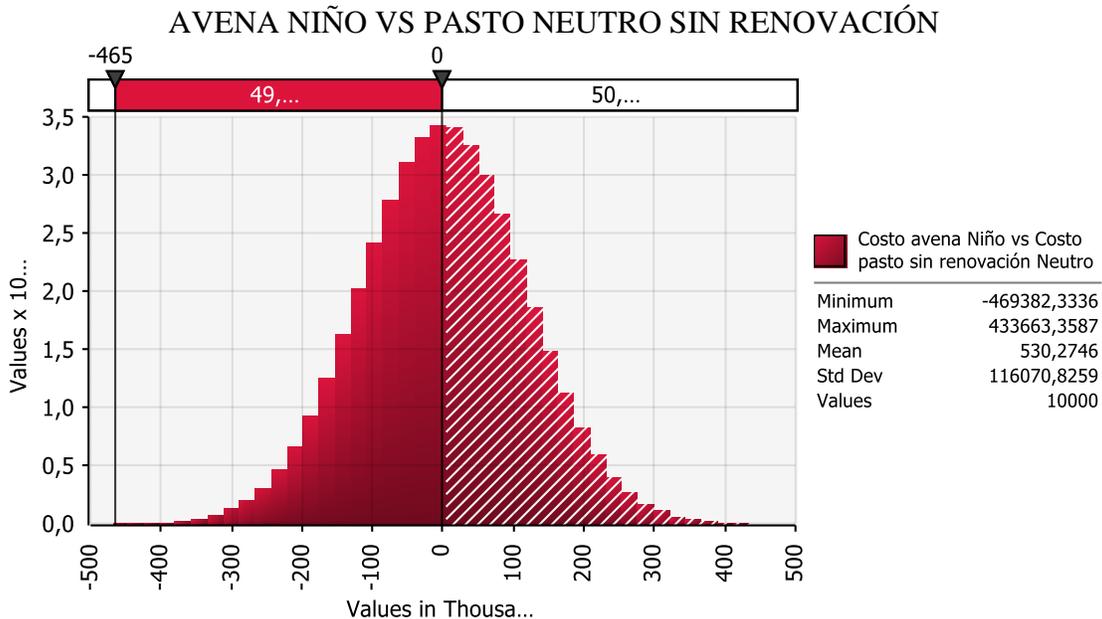
**Fuente:** Cálculos del Autor

**GRÁFICO 10**



**Fuente:** Cálculos del Autor

**GRÁFICO 11**



**Fuente:** Cálculos del Autor

Los gráficos anteriores muestran que la alternativa productiva de hacer ensilaje de avena en el escenario Niño presenta pérdidas en promedio, y una alta probabilidad de pérdida para el

ganadero. En este caso, el silo de avena producido bajo las condiciones climáticas correspondientes al fenómeno de El Niño al compararlo con el pasto sin renovación del mismo escenario, muestra una pérdida en promedio de \$683 por kilogramo de silo de avena. Además, el ganadero tiene un alto riesgo de pérdida frente a la alternativa de pastos sin renovación, que alcanza el 51.3%. Esta información se puede observar en el gráfico 9.

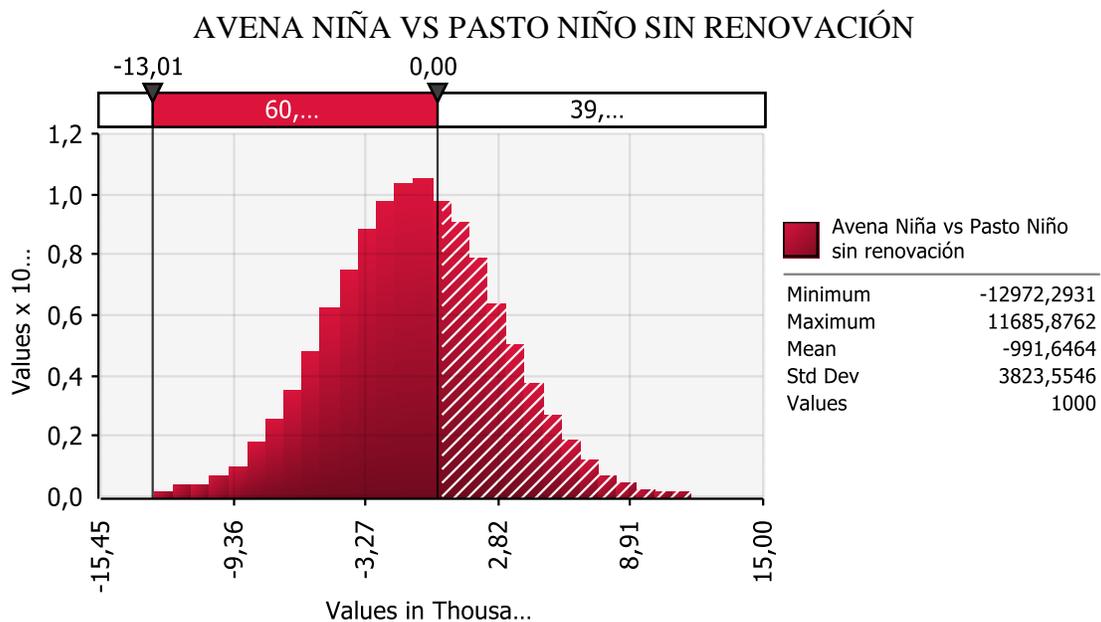
En el gráfico 10 se observa un comportamiento similar para el caso del silo de avena en un escenario Niño, pero esta vez se compara con el costo por kilogramo de pasto sin renovar en un escenario Niña. El promedio de pérdida es más fuerte, dado que el ganadero está perdiendo en promedio \$965 por kilo de ensilaje de avena si este se compara frente al kilo de pasto no renovado, sumándole paralelamente a esto un riesgo de pérdida que se ubica en un 53.1%.

Finalmente, se pueden detallar los resultados obtenidos en el gráfico 11, que corresponden al comportamiento de los costos por kilogramo de silo de avena en un escenario Niño, frente a los costos por kilogramo de pasto no renovado en un escenario Neutro. El silo de avena es también en este caso una alternativa menos atractiva frente al pasto no renovado, dado que se puede ver claramente una pérdida promedio de \$530 por kilo de ensilaje de avena frente al pasto no renovado, y un riesgo de pérdida de 50.2%.

Debido a que hay un gran número de escenarios estimados, se va a presentar sus respectivas distribuciones de probabilidad que pueden ser interpretadas del mismo modo en que se interpretó el escenario de El Niño. Los aspectos más relevantes de estas distribuciones, como la media y el riesgo de pérdida de la alternativa, son mostrados en la tabla 3.

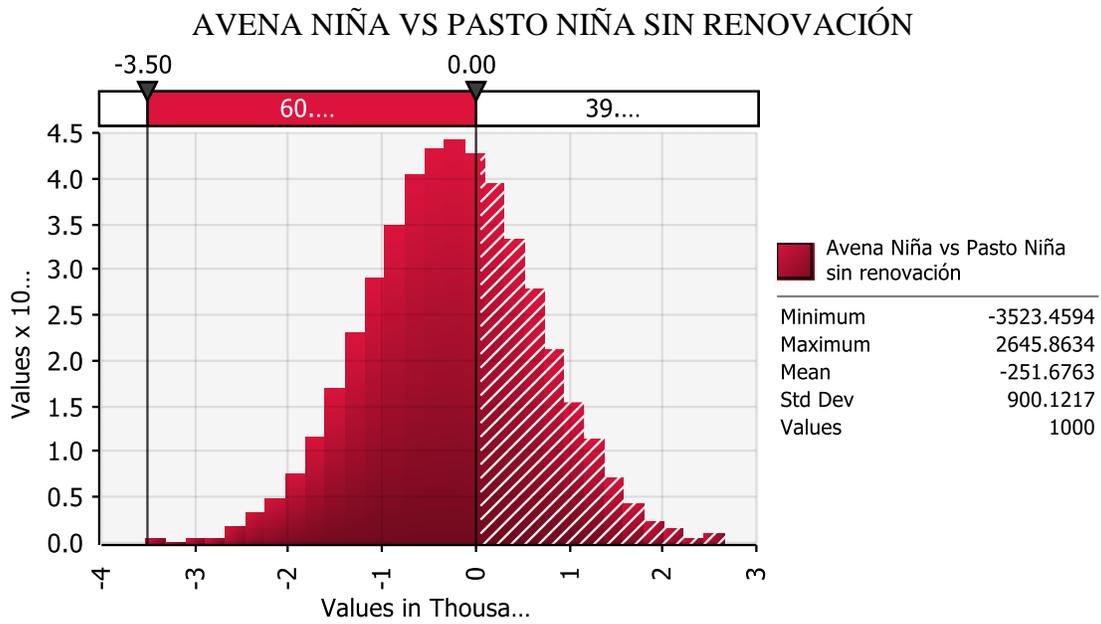
## COSTO DE SILOS DE AVENA FRENTE AL COSTO DE PASTOS SIN RENOVACIÓN ESCENARIO NIÑA

**GRÁFICO 12**



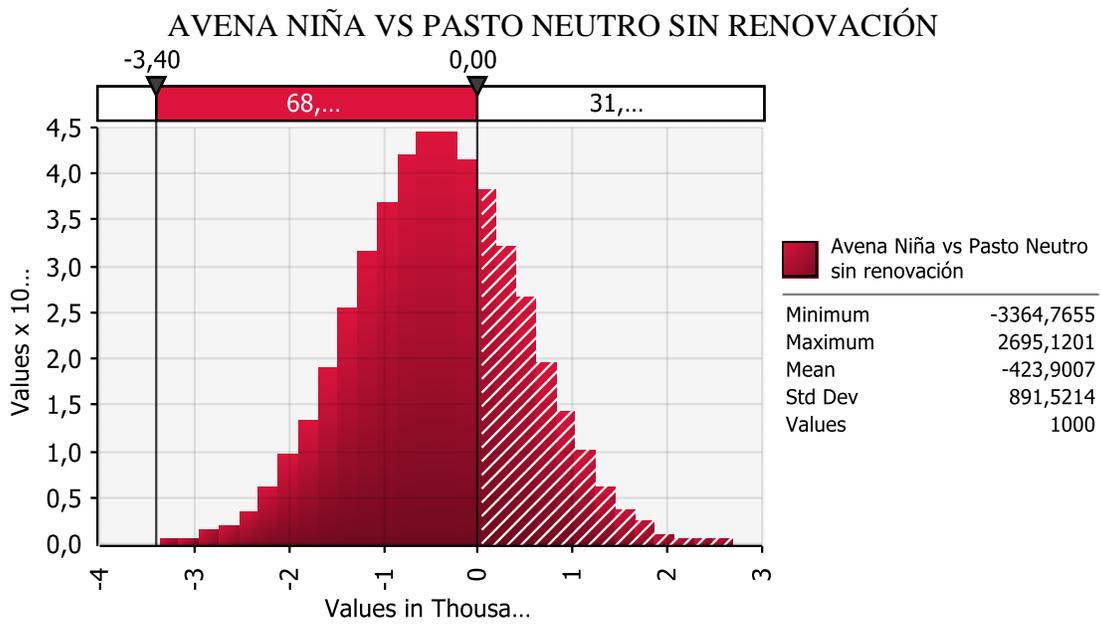
**Fuente:** Cálculos del Autor

**GRÁFICO 13**



**Fuente:** Cálculos del Autor

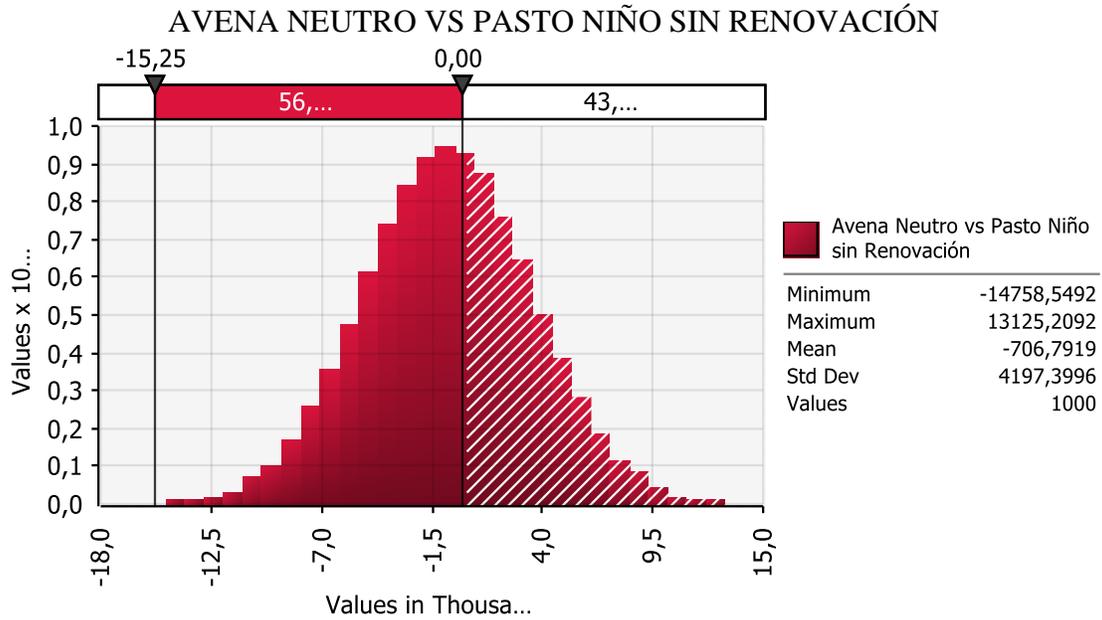
**GRÁFICO 14**



**Fuente:** Cálculos del Autor

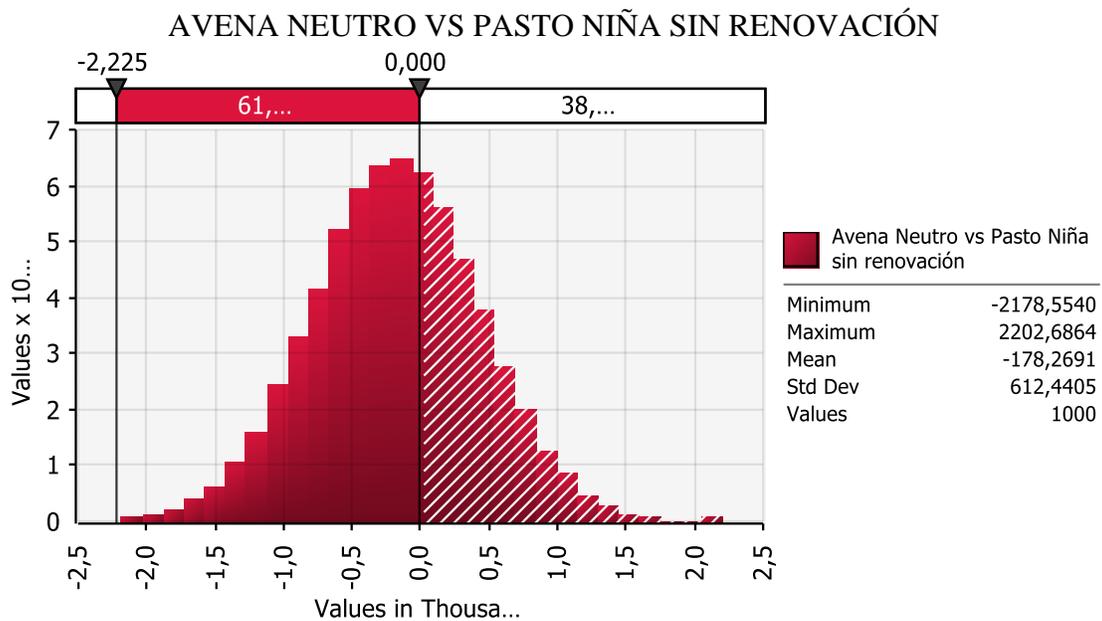
## COSTO DE SILOS DE AVENA FRENTE AL COSTO DE PASTOS SIN RENOVACIÓN ESCENARIO NEUTRO

**GRÁFICO 15**



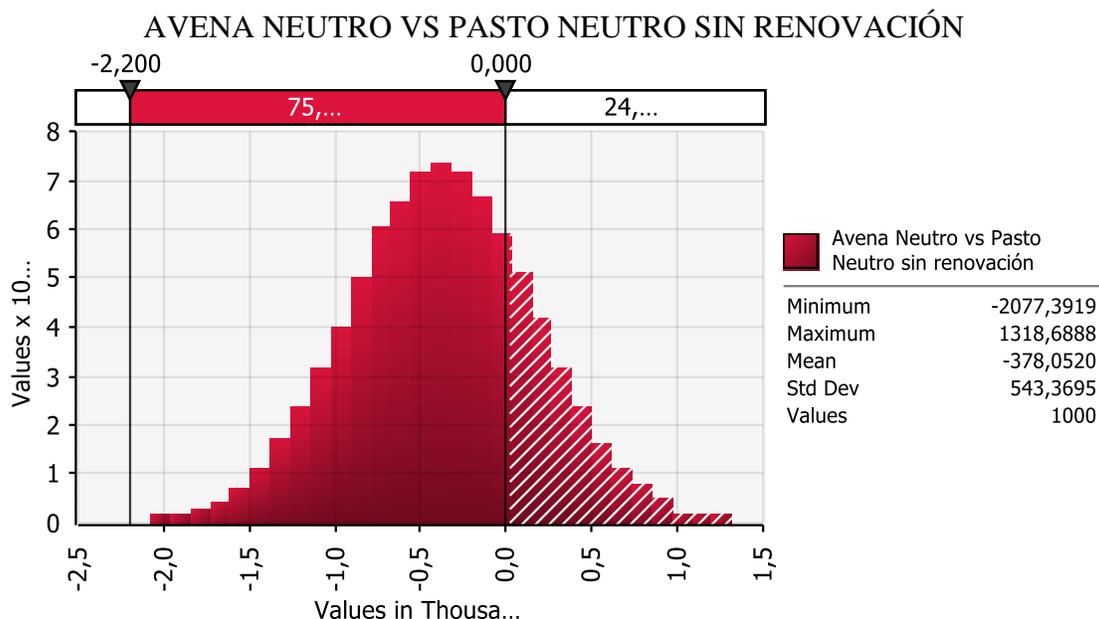
**Fuente:** Cálculos del Autor

**GRÁFICO 16**



**Fuente:** Cálculos del Autor

**GRÁFICO 17**



Fuente: Cálculos del Autor

**TABLA 3. EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE SILOS DE AVENA PARA TODOS LOS ESCENARIOS DE CLIMA**

	Niño		Niña		Neutro	
Niño	<b>Ganancia (+)</b>		<b>Ganancia (+)</b>		<b>Ganancia (+)</b>	
	<b>Pérdida (-)</b>	-\$ 683	<b>Pérdida (-)</b>	-\$ 965	<b>Pérdida (-)</b>	-\$ 530
	<i>Probabilidad de perder</i>	51,3%	<i>Probabilidad de perder</i>	53,1%	<i>Probabilidad de perder</i>	50,2%
Niña	<b>Ganancia (+)</b>		<b>Ganancia (+)</b>		<b>Ganancia (+)</b>	
	<b>Pérdida (-)</b>	\$ 991	<b>Pérdida (-)</b>	\$ 251	<b>Pérdida (-)</b>	\$ 423
	<i>Probabilidad de perder</i>	39,8%	<i>Probabilidad de perder</i>	39%	<i>Probabilidad de perder</i>	31,7%
Neutro	<b>Ganancia (+)</b>		<b>Ganancia (+)</b>		<b>Ganancia (+)</b>	
	<b>Pérdida (-)</b>	\$ 706	<b>Pérdida (-)</b>	\$ 178	<b>Pérdida (-)</b>	\$ 378
	<i>Probabilidad de perder</i>	43,3%	<i>Probabilidad de perder</i>	38,5%	<i>Probabilidad de perder</i>	24,3%

Fuente: Cálculos del Autor

Para leer los resultados de la tabla 3, al igual que la metodología que fue usada con el pasto, se debe tener en cuenta que en los gráficos los valores negativos significan que la alternativa es rentable, mientras que por el otro lado, los valores positivos significan que existen pérdidas. En esta tabla, dado que se muestra información acerca de ganancias y pérdidas, para facilitar el análisis del lector, un valor positivo significa que hay ganancia, mientras que uno negativo significa que hay pérdida. Además, en la tabla se pueden ver las probabilidades de pérdida asociadas a cada escenario, lo cual permite ver el riesgo que asumiría el productor al momento de implementar el proyecto. Esta tabla resume el comportamiento de la rentabilidad de silos de avena frente a todos los escenarios del clima.

En la tabla se puede ver claramente que en el escenario Niño, el ensilaje de avena presenta en todos sus escenarios pérdidas en promedio, y como agravante para el mismo se presentan riesgos de pérdida considerables de más del 50% para todos estos escenarios.

Además, se puede observar que la producción de silos de avena en un escenario Niña presenta una buena ganancia promedio, pero con riesgos de pérdida considerables. En el caso del escenario Niña-Niño la probabilidad de pérdida alcanza un 39.8% y 39% para el escenario Niña-Niña. Sin embargo, en el caso del escenario Niña-Neutro se presenta un riesgo de pérdida más bajo que alcanza un 31.7%.

De modo similar, la producción de un kilogramo de silo de avena en un escenario Neutro, presenta ganancias en promedio para todos sus escenarios, al igual que un riesgo de pérdida considerable para los casos Neutro-Niño que alcanza 43.3% y para el caso Neutro-Niña un riesgo que alcanza un 38.5%. A pesar de esto, se puede destacar que para el caso del escenario Neutro-Neutro se presenta una ganancia en promedio de \$378 y un riesgo de pérdida bajo que llega a 24.3%.

En síntesis, se concluye que en el escenario de El Niño no es recomendable para el ganadero producir silos de avena, pues al comparar el costo del kilogramo de los mismos frente al costo del kilogramo de pasto sin renovación, en todos los escenarios está obteniendo una pérdida promedio y el riesgo es bastante alto para todos los escenarios contemplados. Por el otro lado, en los escenarios de La Niña y Neutro es recomendable aplicar las alternativas productivas, dado que se están registrando ganancias en promedio, aunque se debe tener en cuenta que el riesgo de pérdida es considerable en varios de sus escenarios.

## **Producción de maíz**

La producción de maíz presenta un comportamiento similar al de la avena y al del pasto, la producción presenta variaciones en su productividad y producción según el escenario climático en la que se encuentre. En el año Niño menor producción, en el Neutro producción media, y en La Niña mayor producción. Esto se debe a la disponibilidad de agua en el cultivo, como se explicó anteriormente.

Con el fin de determinar si los silos de maíz son más rentables que la pradera sin renovación, se realizó un ejercicio similar al de pastos y avena. En primer lugar, con el uso de información de

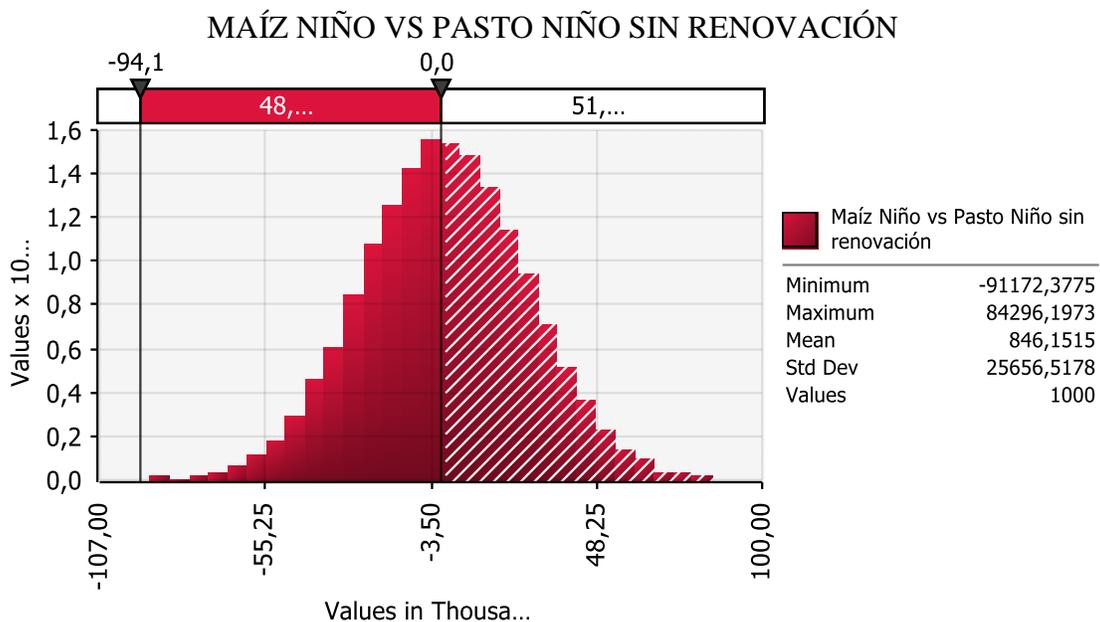
productividad que se encuentra en la página web de Fenalce y la opinión del experto de Corpoica Luis Carlos Arreaza para interpretar dicha información, se logró aproximar la productividad de avena según el escenario climático contemplado.

El siguiente paso consistió en determinar si es rentable para el ganadero producir silos maíz en vez de producir pasto sin renovación como suplemento alimenticio para el hato. Por ende, el proceso realizado fue el mismo que el realizado con la avena, se obtuvo la resta del costo por kilogramo del silo de maíz y del kilogramo de pasto sin renovación. El ejercicio descrito anteriormente fue repetido para cada uno de los escenarios mostrados en la tabla 1.

El resultado obtenido de la resta fue ajustado con una distribución de probabilidad para visualizar que opción era más rentable. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

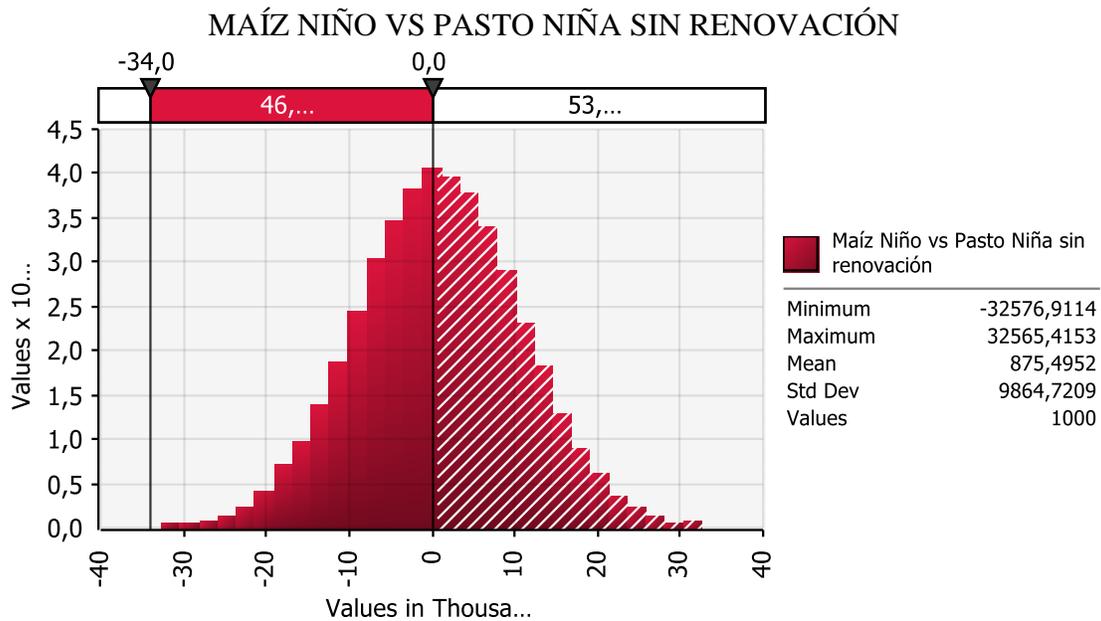
### COSTO DE SILOS DE MAÍZ FRENTE AL COSTO DE PASTOS SIN RENOVACIÓN ESCENARIO NIÑO

**GRÁFICO 18**



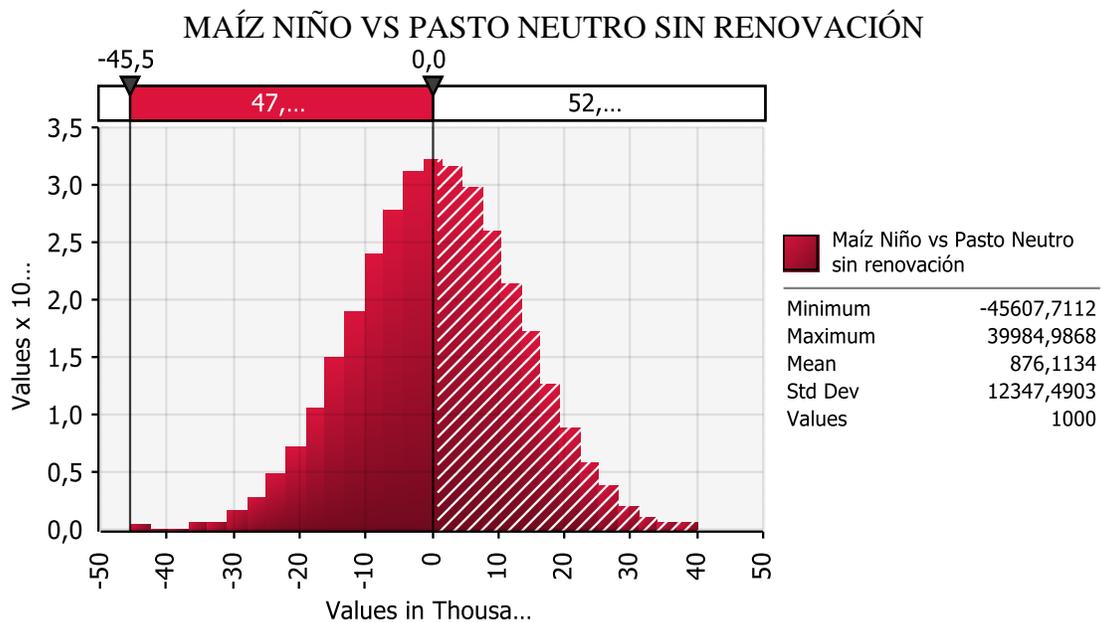
**Fuente:** Cálculos del Autor

**GRÁFICO 19**



**Fuente:** Cálculos del Autor

**GRÁFICO 20**



**Fuente:** Cálculos del Autor

Los gráficos 18 a 20 muestran que la alternativa productiva de producir silos de maíz en un escenario Niño presenta una alta probabilidad de no ser rentable para el ganadero. En el caso de los silos de maíz producidos en El Niño, al compararlos con el pasto sin renovación del mismo

escenario, se puede observar en el gráfico 18 una media positiva, lo que indica que el ganadero está perdiendo en promedio \$846 pesos por kilogramo de silo de maíz al ser comparado frente al kilo de pasto sin renovación. Además, el ganadero tiene un alto riesgo de pérdida frente a la alternativa de pastos sin renovación, que alcanza el 51.3%.

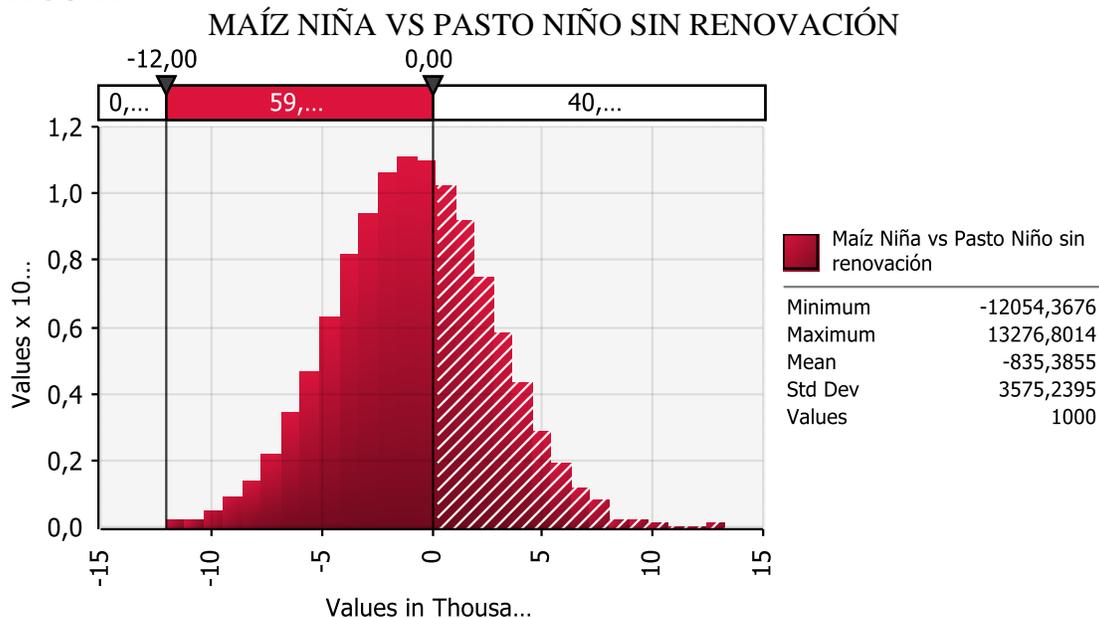
En el gráfico 19 se observa un comportamiento similar para el caso del silo de maíz en un escenario Niño-Niño, pero esta vez se compara con el costo por kilogramo de pasto sin renovar de un periodo Niña. El promedio de pérdida es mayor, dado que el ganadero está perdiendo en promedio \$875 pesos por kilo de ensilaje de maíz si este se compara frente al pasto no renovado, sumándole paralelamente a esto un alto riesgo de pérdida, que se ubica en un 53.5%.

Finalmente, se pueden detallar los resultados obtenidos en el gráfico 20, que corresponden al comportamiento de los costos por kilogramo de silo de maíz en un escenario Niño, frente a los costos por kilogramo de pasto no renovado en escenario Neutro. El silo de maíz es una alternativa menos atractiva frente al pasto no renovado en el escenario Niño, dado que se puede ver claramente una pérdida promedio de \$876 por kilo de ensilaje frente al kilo de pasto no renovado, y un riesgo de pérdida que alcanza un 52.9%.

Debido a que hay una gran cantidad de escenarios estimados, al igual que con la avena, se presentan las respectivas distribuciones de probabilidad, y los aspectos más relevantes de las mismas, como la media y el riesgo de pérdida de la alternativa en la tabla 5. Los siguientes resultados pueden ser interpretados del mismo modo en que se interpretó el escenario de El Niño para silos de maíz frente a los demás.

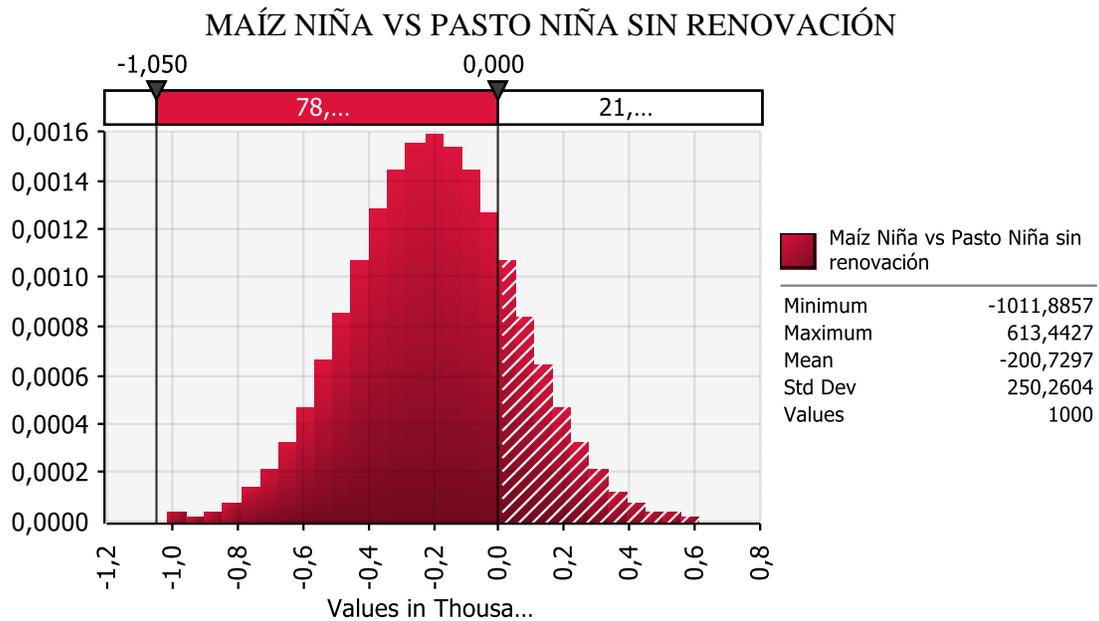
## COSTO DE SILOS DE MAÍZ FRENTE AL COSTO DE PASTOS SIN RENOVACIÓN ESCENARIO NIÑA

**GRÁFICO 21**



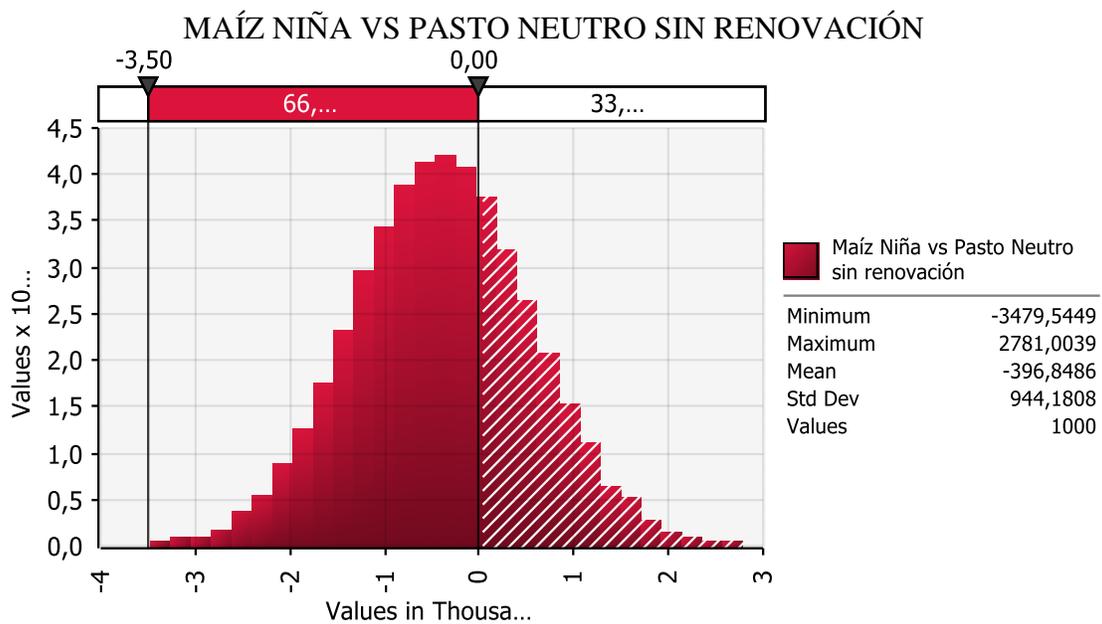
**Fuente:** Cálculos del Autor

**GRÁFICO 22**



**Fuente:** Cálculos del Autor

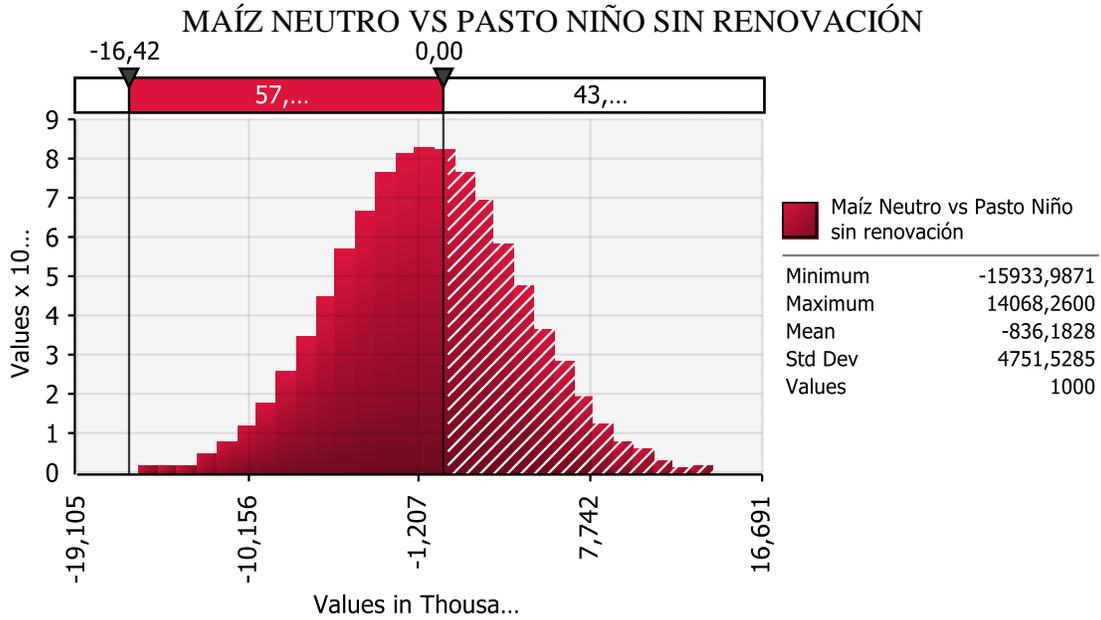
**GRÁFICO 23**



**Fuente:** Cálculos del Autor

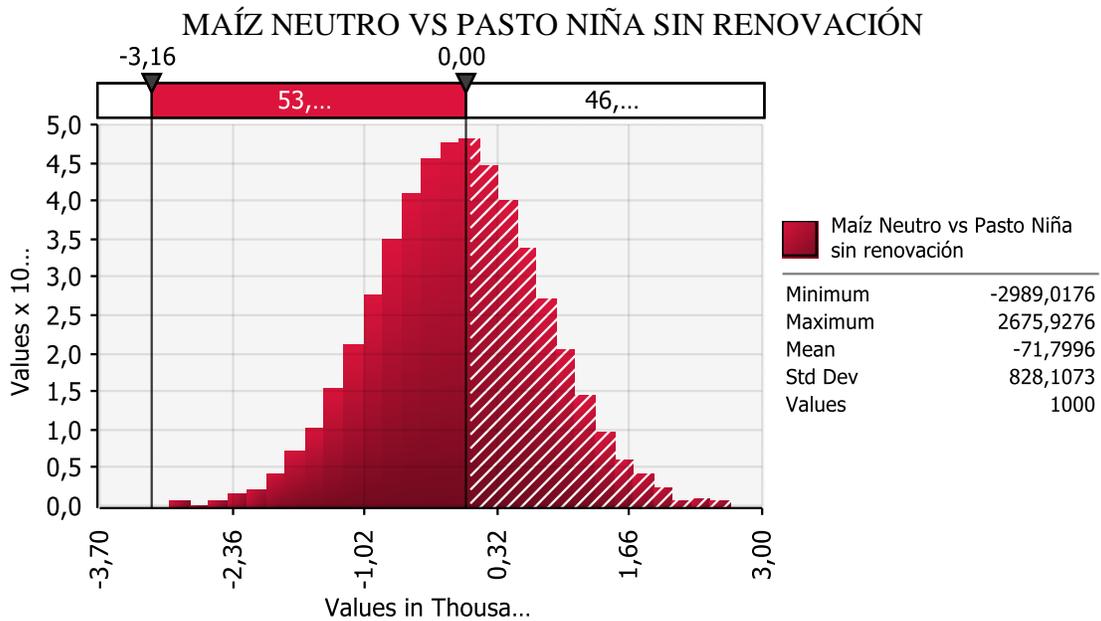
## COSTO DE SILOS DE MAÍZ FRENTE AL COSTO DE PASTOS SIN RENOVACIÓN ESCENARIO NEUTRO

**GRÁFICO 24**



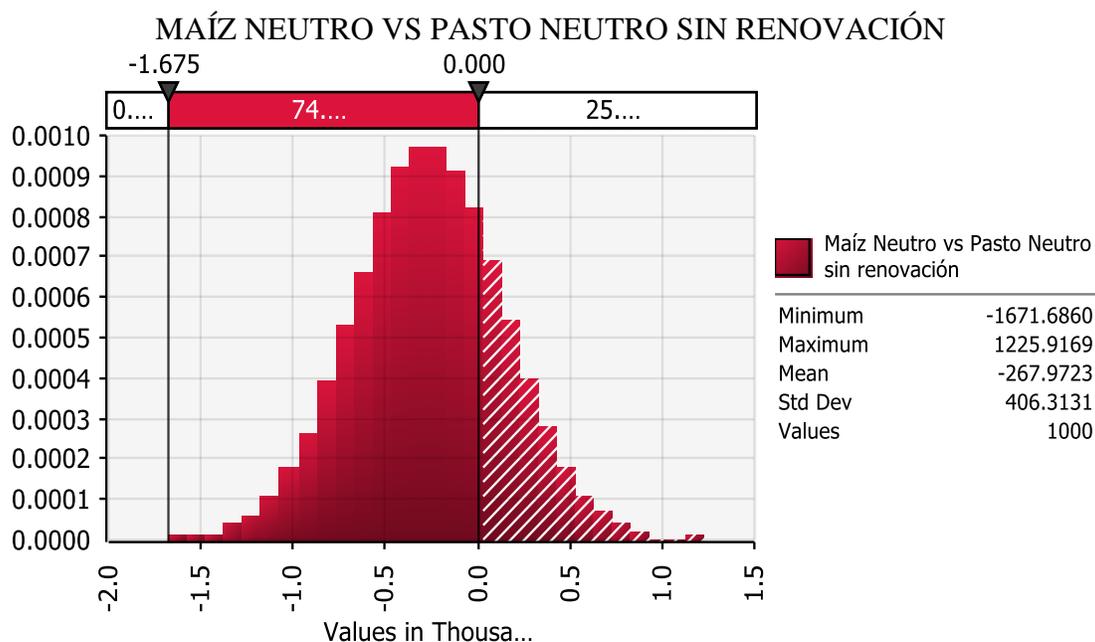
**Fuente:** Cálculos del Autor

**GRÁFICO 25**



**Fuente:** Cálculos del Autor

**GRÁFICO 26**



Fuente: Cálculos del Autor

**TABLA 4. EVALUACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE SILOS DE MAÍZ PARA TODOS LOS ESCENARIOS DE CLIMA**

	Niño		Niña		Neutro	
Niño	<b>Ganancia (+)</b>	-\$ 846	<b>Ganancia (+)</b>	-\$ 875	<b>Ganancia (+)</b>	-\$ 876
	<b>Pérdida (-)</b>		<b>Pérdida (-)</b>		<b>Pérdida (-)</b>	
	<i>Probabilidad de perder</i>	51,3%	<i>Probabilidad de perder</i>	53,5%	<i>Probabilidad de perder</i>	52,9%
Niña	<b>Ganancia (+)</b>	\$ 835	<b>Ganancia (+)</b>	\$ 200	<b>Ganancia (+)</b>	\$ 396
	<b>Pérdida (-)</b>		<b>Pérdida (-)</b>		<b>Pérdida (-)</b>	
	<i>Probabilidad de perder</i>	40,7%	<i>Probabilidad de perder</i>	21,2%	<i>Probabilidad de perder</i>	33,8%
Neutro	<b>Ganancia (+)</b>	\$ 836	<b>Ganancia (+)</b>	\$ 71	<b>Ganancia (+)</b>	\$ 267
	<b>Pérdida (-)</b>		<b>Pérdida (-)</b>		<b>Pérdida (-)</b>	
	<i>Probabilidad de perder</i>	43%	<i>Probabilidad de perder</i>	46,5%	<i>Probabilidad de perder</i>	25,4%

Fuente: Cálculos del Autor

Para leer los resultados de la tabla 4, al igual que la metodología que fue usada con el pasto y la avena, se debe tener en cuenta que en los gráficos de las distribuciones de probabilidad los valores negativos significan que la alternativa es rentable, mientras que por el otro lado, los valores positivos significan que existen pérdidas. En esta tabla, dado que se muestra información acerca de ganancias y pérdidas, para facilitar el análisis del lector, un valor positivo significa que hay ganancia, mientras que uno negativo significa que hay pérdida. Además, en la tabla se pueden ver las probabilidades de pérdida asociadas a cada escenario, lo cual permite ver el riesgo que asumiría el productor al momento de implementar el proyecto.

Esta tabla muestra que la rentabilidad de silos de maíz en un escenario Niño presenta una pérdida promedio elevada para todos sus escenarios, asociada a un gran riesgo de pérdida que supera el 50% en todos los escenarios. Para el caso del escenario Niño-Niño se está presentando una pérdida promedio de \$846, donde se alcanza un riesgo de pérdida de 51.3%. A continuación se puede observar el caso del escenario Niño-Niña que presenta una pérdida promedio de \$875, con un riesgo de pérdida asociado de 53.5%. Para concluir se puede observar el escenario Niño-neutro, en donde se registra también una pérdida en promedio, que esta vez se ubica en \$876 y tiene asociado un alto riesgo de pérdida que alcanza un 52.9%.

Por el otro lado se tiene el escenario de la Niña que al momento de ser comparado con un periodo Niño, registra una ganancia promedio bastante alta que se ubica en \$835, pero asume un riesgo considerable que alcanza un 40.7%. De modo similar, el costo de un kilogramo de silo de avena en un año Niña, comparado con el costo de un kilogramo de pasto sin renovación del mismo escenario, genera una ganancia promedio de \$200 pesos, en donde el productor asume un riesgo de 21.2%, el cual es bajo. Para finalizar con el escenario de La Niña, al observar el costo de silo de maíz frente al de pasto sin renovar en el escenario Niña-Neutro, se observa una rentabilidad promedio de \$396, con un riesgo de pérdida que alcanza un 33.8%.

Del mismo modo, se tiene el comportamiento en el escenario Neutro. En este se puede observar que el costo de un kilogramo de silo de avena, comparado con el costo de un kilogramo de pasto sin renovar en el escenario Neutro-Niño reporta una alta ganancia promedio que alcanza \$836 pesos, donde se debe resaltar que existe un riesgo de pérdida considerable que alcanza un 43%. De igual manera, al comparar los costos del silo de avena frente a los del pasto sin renovación en un escenario Neutro-Niña, se puede ver una ganancia promedio que se ubica en \$71 pesos por kilogramo, con un riesgo de pérdida de 46.5%. Por último, se debe analizar el escenario Neutro-Neutro, en donde se reporta una ganancia promedio de \$267 pesos, y el riesgo de pérdida disminuye respecto a la opción inmediatamente anterior para ubicarse en 25.4%.

En síntesis, se concluye que producir silos de maíz en escenario de El Niño no es recomendable para el ganadero, pues al comparar el costo del kilogramo de los mismos frente al costo del kilogramo de pasto sin renovación, en todos los escenarios se está generando una pérdida promedio y el riesgo es bastante alto para todos los escenarios contemplados. Por el otro lado, es recomendable aplicar el proyecto de establecer silos de maíz en los escenarios Niña y Neutro. Sin embargo, aunque se registren ganancias en promedio para estos escenarios, el riesgo de pérdida es considerable en los escenarios Niña-Niño y Niña-Neutro. Para el caso del escenario Neutro la opción más recomendable es la del escenario Neutro-Neutro, el cual ofrece una ganancia en promedio y un riesgo aceptable de 25.4%.

## VIII. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos durante la investigación, se puede concluir que las alternativas productivas evaluadas no son una solución completa a los problemas que traen consigo los fenómenos de El Niño, y de La Niña. Esto es así, porque en el caso de la renovación de praderas se muestra que existe una alta probabilidad de que la implementación del proyecto tenga éxito en los escenarios Niña y Neutro, pues estos arrojaron ganancias en promedio y baja probabilidad de pérdida en la mayoría de los escenarios evaluados. Por este motivo, la alternativa tecnológica de renovar la pradera en los escenarios Niña y Neutro es recomendable para el ganadero con el objetivo de disminuir su vulnerabilidad frente a eventos climáticos extremos. En el caso del escenario Niño, a pesar de que existe un escenario en donde se genera ganancia en promedio, no es recomendable implementar el proyecto dado el riesgo implícito con este escenario.

En el caso de la avena, si se tiene en cuenta el escenario de El Niño, se encuentra que no es recomendable para el ganadero producir silos, pues al comparar el costo del kilogramo de los mismos frente al costo del kilogramo de pasto sin renovación, en todos los escenarios está obteniendo una pérdida promedio y el riesgo es bastante alto para todos los escenarios contemplados. Por el otro lado, en los escenarios de La Niña y Neutro es recomendable aplicar las alternativas productivas, dado que se están registrando ganancias en promedio, aunque se debe tener en cuenta que el riesgo de pérdida es considerable en varios de sus escenarios.

Finalmente, la evaluación de la alternativa productiva consistente en el establecimiento de silos de maíz, muestra que establecer estos silos en el escenario Niño no es recomendable para el ganadero, pues el costo del kilogramo de estos es más alto que el de pasto sin renovación. En todos los escenarios se están generando pérdidas promedio y el riesgo es alto para todos los escenarios contemplados. Por el otro lado, es recomendable aplicar el proyecto de establecer silos de maíz en los escenarios Niña y Neutro. Sin embargo, aunque estos escenarios registren ganancias en promedio, el riesgo de pérdida es considerable en los escenarios Niña-Niño y Niña-Neutro. Para el caso del escenario Neutro la opción más recomendable es la del escenario Neutro-Neutro, el cual ofrece una ganancia en promedio y un riesgo aceptable de 25.4%.

En resumidas cuentas, se puede decir que la hipótesis se cumple parcialmente, dado que por el lado de la producción de silos, en los escenarios de El Niño la alternativa tecnológica productiva no tiene una alta probabilidad de ser rentable, y presentaba en la mayoría de sus escenarios pérdidas en promedio. Además, se debe decir que a pesar de que la hipótesis se cumple en varios escenarios, la probabilidad de pérdida es bastante alta en la mayoría de escenarios donde resulto rentable la alternativa productiva. De esta manera, no se puede decir que las alternativas tecnológicas presentan una alta probabilidad de rentabilidad para el ganadero, dadas las explicaciones especificadas anteriormente. La implementación de dichas alternativas, dependerá de la aversión al riesgo por parte del ganadero, dado que se presentan escenarios con ganancias

en promedio altas, pero que se encuentran asociadas con altos riesgos de pérdida, y escenarios con ganancias en promedio más bajas pero que se encuentran asociados con riesgos de pérdida mucho más bajos. Se recomienda sembrar estas alternativas en épocas Niña y neutro. En épocas Niño es más recomendable mantener los pastos como están.

## IX. ANEXOS

### ANEXO 1

#### CAMBIOS EN EL ÍNDICE ONI (OCEANIC NIÑO INDEX)

	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1981	-0.4	-0.6	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1
1982	-0.1	0.0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.7	1.0	1.5	1.9	2.1	2.2
1983	2.2	1.9	1.5	1.2	0.9	0.6	0.2	-0.2	-0.5	-0.8	-0.9	-0.8
1984	-0.5	-0.3	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	-0.3	-0.6	-0.9	-1.1
1985	-1.0	-0.9	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4
1986	-0.5	-0.4	-0.2	-0.2	-0.1	0.0	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.2
1987	1.2	1.3	1.2	1.1	1.0	1.2	1.4	1.6	1.6	1.5	1.3	1.1
1988	0.8	0.5	0.1	-0.2	-0.8	-1.2	-1.3	-1.2	-1.3	-1.6	-1.9	-1.9
1989	-1.7	-1.5	-1.1	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1
1990	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4
1991	0.3	0.2	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8	1.2	1.4
1992	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	0.7	0.3	0.0	-0.2	-0.3	-0.2	0.0
1993	0.2	0.3	0.5	0.6	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
1994	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	1.0	1.2
1995	1.0	0.8	0.6	0.3	0.2	0.0	-0.2	-0.4	-0.7	-0.8	-0.9	-0.9
1996	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.5
1997	-0.5	-0.4	-0.1	0.2	0.7	1.2	1.5	1.8	2.1	2.3	2.4	2.3
1998	2.2	1.8	1.4	0.9	0.4	-0.2	-0.7	-1.0	-1.2	-1.3	-1.4	-1.5
1999	-1.5	-1.3	-1.0	-0.9	-0.9	-1.0	-1.0	-1.1	-1.1	-1.3	-1.5	-1.7
2000	-1.7	-1.5	-1.2	-0.9	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.6	-0.6	-0.8	-0.8
2001	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.2	-0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3
2002	-0.2	0.0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.8	0.8	0.9	1.2	1.3	1.3
2003	1.1	0.8	0.4	0.0	-0.2	-0.1	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
2004	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7
2005	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	-0.2	-0.5	-0.8
2006	-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	0.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.0
2007	0.7	0.3	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.6	-0.8	-1.1	-1.2	-1.4
2008	-1.5	-1.5	-1.2	-0.9	-0.7	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1	-0.2	-0.5	-0.7
2009	-0.8	-0.7	-0.5	-0.2	0.2	0.4	0.5	0.6	0.8	1.1	1.4	1.6
2010	1.6	1.3	1.0	0.6	0.1	-0.4	-0.9	-1.2	-1.4	-1.5	-1.5	-1.5
2011	-1.4	-1.2	-0.9	-0.6	-0.3	-0.2	-0.2	-0.4	-0.6	-0.8	-1.0	-1.0

Fuente: National Weather Service

## ANEXO 2

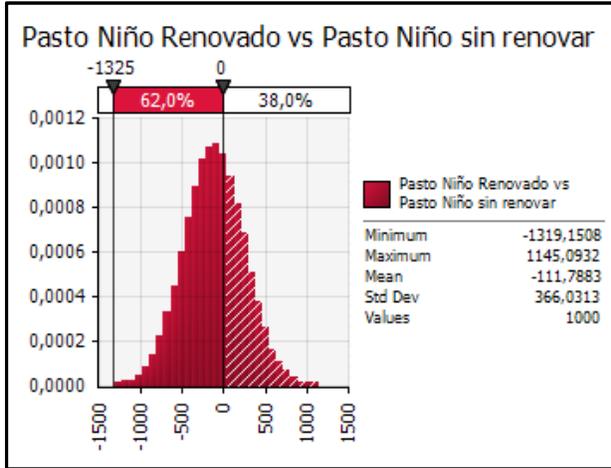
### PRECIPITACIONES MENSUALES

AÑO/MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1981	26.98	50.03	55.08	151.56	164.98	114.67	45.60	57.85	56.46	102.62	73.70	23.45
1982	2.3	67.8	72.9	194	106	28.7	20.4	49.1	51.9	121.6	63.3	49.4
1983	17	39.2	38.5	142.5	149.9	27.3	36.3	50.6	25.8	88.3	44.7	18.0
1984	38.2	41.2	48	49.8	69.3	45.7	56.3	109.2	73.6	60.6	129.7	13.0
1985	32.6	4.5	36.0	58.7	78.7	58.2	42.7	32.1	74.9	96.6	53.3	48.4
1986	15.1	65.9	56.3	139.1	50.3	69	20.7	8.3	51.3	223.5	81.5	8.4
1987	0.4	14.7	41.9	53.9	131.2	41.3	64.7	34.9	44.2	174.6	53.6	30.2
1988	1.7	18.6	8.7	66	58.0	78.9	47.3	71.2	126.6	86.5	169.9	38.6
1989	12.9	26.3	146.7	46.4	96.3	41.2	33.6	33.2	78.9	61.1	85.4	46.4
1990	5.7	47.2	94.7	182.5	49.6	30.5	41.9	31	22.1	62.4	91.1	71.5
1991	20.7	10.5	97.9	76.9	128.2	26.3	30.5	20	71.5	42.9	75.6	21.9
1992	5.4	12.2	27.5	69.3	38.5	25.4	22.4	24.4	69	16.7	127.7	34.9
1993	18.1	12	62.2	132.6	122.9	37.8	79.3	10.9	75.8	53.8	147.6	22.8
1994	14.9	53	69.2	82.3	76.1	72.4	22.9	39.1	62.1	105.6	124	3.1
1995	6.3	30.4	74	78.3	49.6	112.4	64	119.1	23.8	142.4	43.0	41.4
1996	42.6	8.6	106.8	124.8	92.7	77.1	35.9	40.6	29.6	127.6	81.2	11.6
1997	82.5	12.8	67.8	83.9	47.8	27.6	34.9	12.3	48.8	55.2	40.8	13
1998	1.7	42.2	48.1	98	155.2	78.4	89.2	74.1	61.1	66.0	51.8	0.0
1999	35.9	76.1	45.2	73.5	57.9	71.9	44.7	24.1	134.7	114.4	68.0	42.2
2000	42.0	32.2	79.5	63.8	88.7	43.7	44.5	58.3	112.5	128.4	36.6	21.0
2001	0.0	31.3	34.8	15.3	84.9	51.7	51.4	20	95.7	88.9	73.4	40.1
2002	3	16	53	124.8	132.8	64.3	53.6	28.8	39.4	56.1	15.1	16.9
2003	3	43.4	101.8	115.1	49.4	57.1	81.7	22.6	93.9	141.8	124.2	17.9
2004	6.6	30.3	31.3	176.9	134.5	18	61.9	50.3	58.4	124.8	61.9	14.9
2005	27.4	31.4	48.1	81	101.2	44.6	26.4	46	32.2	157.3	75.5	23.9
2006	101.4	9.0	131.9	193.6	187.4	87.8	35.1	30.3	18	140.8	96.66	69.88
2007	14.76	14.66	45.34	114.87	67.35	49.4	36.2	76.4	36.2	145.4	55.2	32.9
2008	21.0	21.8	61.5	79.3	117.2	84.8	83.3	67.2	59.7	65.2	193.3	21.8
2009	59.5	13.3	73.6	100.8	75	69.8	19.8	61.2	28.3	76.5	71.6	23.4
2010	0	5.4	31.8	181.4	167.5	93.2	197.3	42.1	68.4	130.2	176.7	41.2
2011	30.7	96.1	110.6	219.4	166.5	68.7	56.9	33	70.6	151.1	180.0	73.7

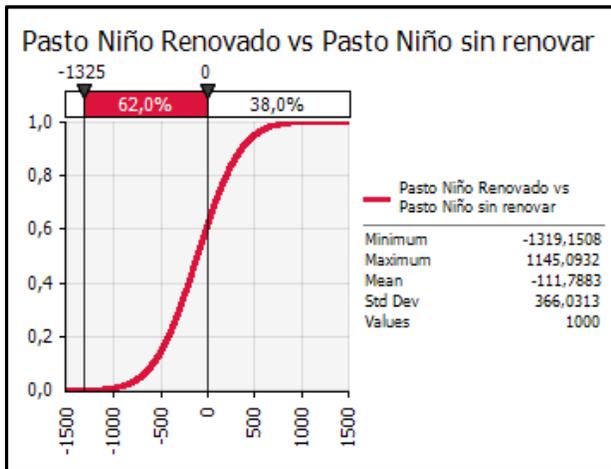
Fuente: IDEAM

### ANEXO 3

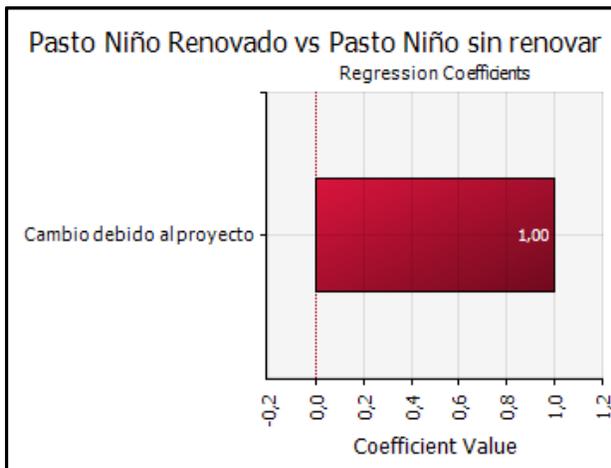
#### PASTO NIÑO RENOVADO VS PASTO NIÑO SIN RENOVAR



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Pasto Niño renovado vs
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/15/14 22:06:49
Simulation Duration	00:00:01
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	413270590



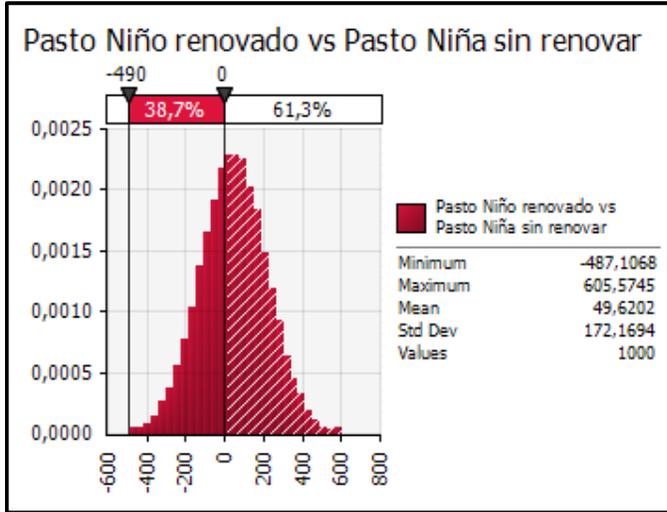
Summary Statistics for Pasto Niño Renovado vs Pa		
Statistics		Percentile
Minimum	-1319.15085	5%
Maximum	1145.093248	10%
Mean	-111.7883392	15%
Std Dev	366.0312964	20%
Variance	133978.9099	25%
Skewness	0.004711252	30%
Kurtosis	3.001185552	35%
Median	-112.0572156	40%
Mode	-162.3305291	45%
Left X	-715.0754778	50%
Left P	5%	55%
Right X	487.0189094	60%
Right P	95%	65%
Diff X	1202.094387	70%
Diff P	90%	75%
#Errors	0	80%
Filter Min	Off	85%
Filter Max	Off	90%
#Filtered	0	95%



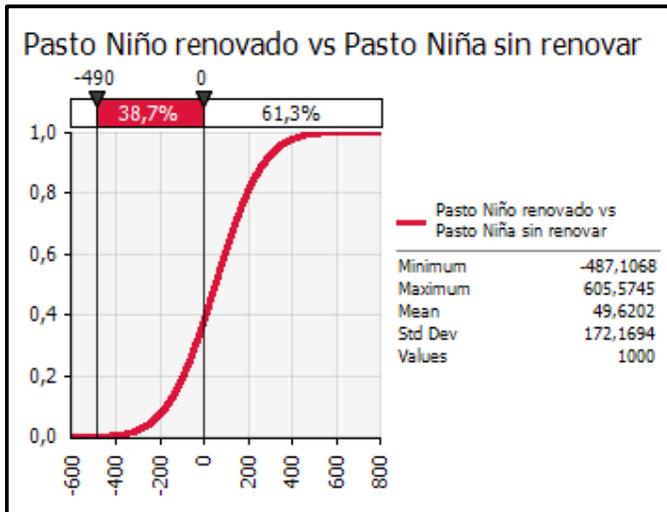
Regression and Rank Information for Pasto Niño R			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Cambio debido a	1.000	1.000

## ANEXO 4

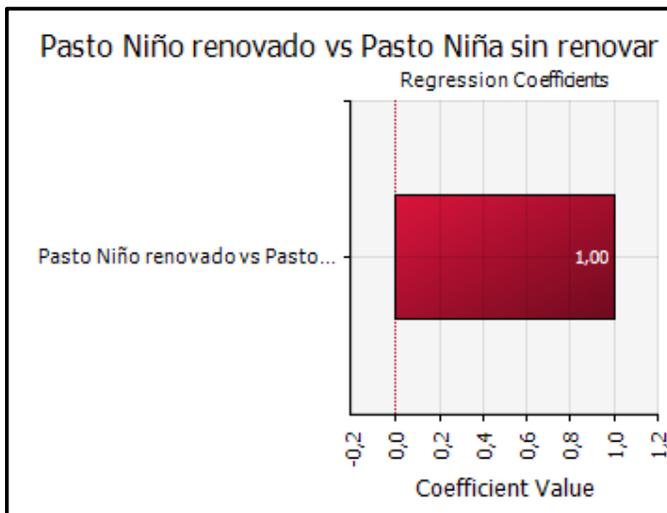
### PASTO NIÑO RENOVADO VS PASTO NIÑA SIN RENOVAR



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Pasto Niño renovado vs Pa
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/14 20:37:10
Simulation Duration	00:00:01
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1130810285



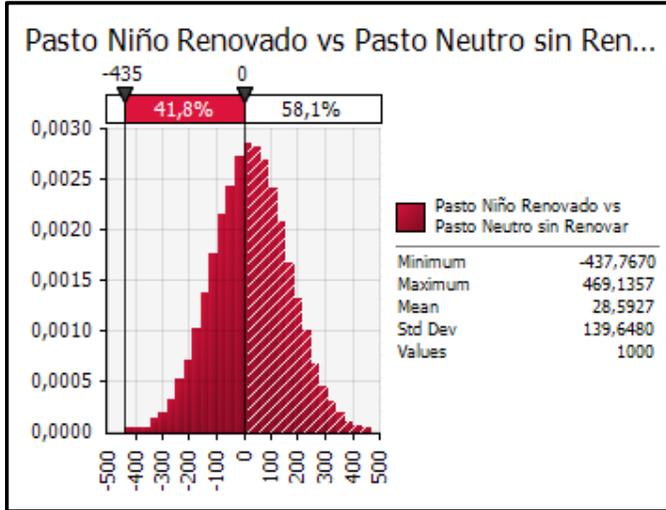
Summary Statistics for Pasto Niño renovado vs Pa			
Statistics		Percentile	
Minimum	-487,1067906	5%	-234,5793451
Maximum	605,5745037	10%	-171,8063736
Mean	49,62017492	15%	-129,0951851
Std Dev	172,1693544	20%	-95,50946542
Variance	29642,28661	25%	-67,00634869
Skewness	0,001830233	30%	-41,0459475
Kurtosis	2,967038404	35%	-16,96699544
Median	49,42435201	40%	5,711558979
Mode	64,73694891	45%	27,81370001
Left X	-234,5793451	50%	49,42435201
Left P	5%	55%	70,83536758
Right X	332,0193813	60%	93,22176154
Right P	95%	65%	115,6588946
Diff X	566,5987264	70%	139,6822338
Diff P	90%	75%	165,3484586
#Errors	0	80%	194,340891
Filter Min	Off	85%	228,1024725
Filter Max	Off	90%	270,2294451
#Filtered	0	95%	332,0193813



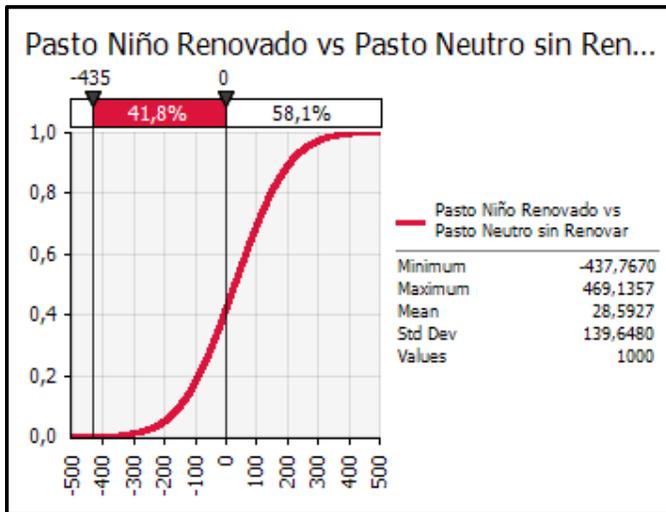
Regression and Rank Information for Pasto Niño r			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Pasto Niño renov	1,000	1,000

## ANEXO 5

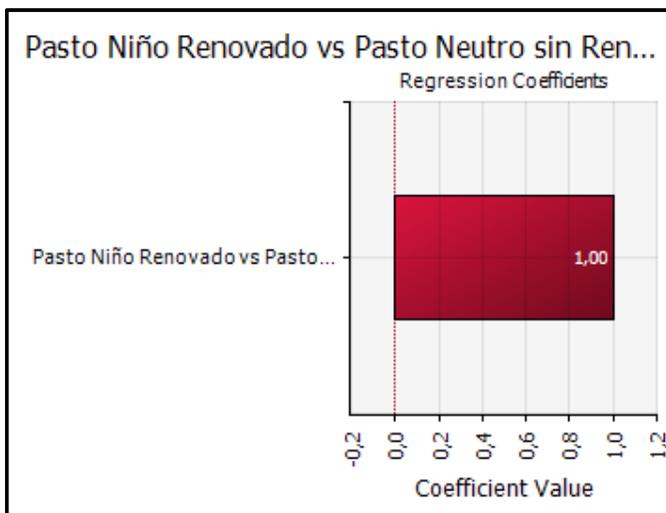
### PASTO NIÑO RENOVADO VS PASTO NEUTRO SIN RENOVAR



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Pasto Niño renovado vs Pa
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/14 20:44:31
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	291039399



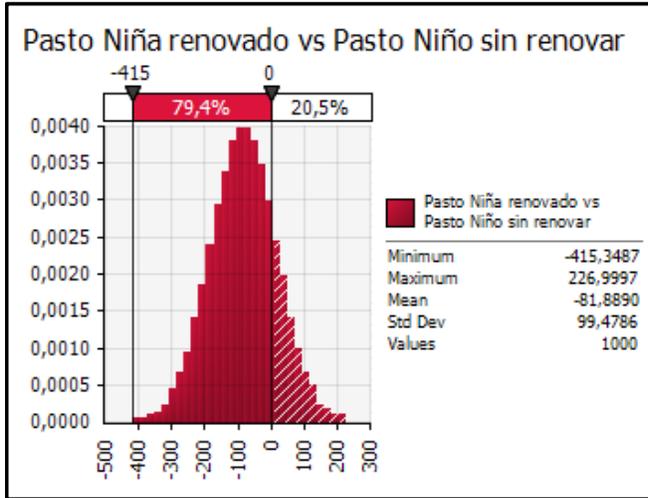
Summary Statistics for Pasto Niño Renovado vs Pa			
Statistics		Percentile	
Minimum	-437,7670455	5%	-202,1836171
Maximum	469,1357335	10%	-150,7709516
Mean	28,59268183	15%	-116,6834429
Std Dev	139,6480204	20%	-89,20883465
Variance	19501,5696	25%	-65,92600468
Skewness	-0,004375699	30%	-45,02173433
Kurtosis	2,961391803	35%	-25,4300012
Median	28,38628464	40%	-6,872132659
Mode	40,94347383	45%	10,69861078
Left X	-202,1836171	50%	28,38628464
Left P	5%	55%	46,16426229
Right X	257,3287024	60%	63,82813072
Right P	95%	65%	82,38891528
Diff X	459,5123195	70%	101,6375543
Diff P	90%	75%	122,8201622
#Errors	0	80%	145,9466282
Filter Min	Off	85%	173,3436364
Filter Max	Off	90%	207,7153066
#Filtered	0	95%	257,3287024



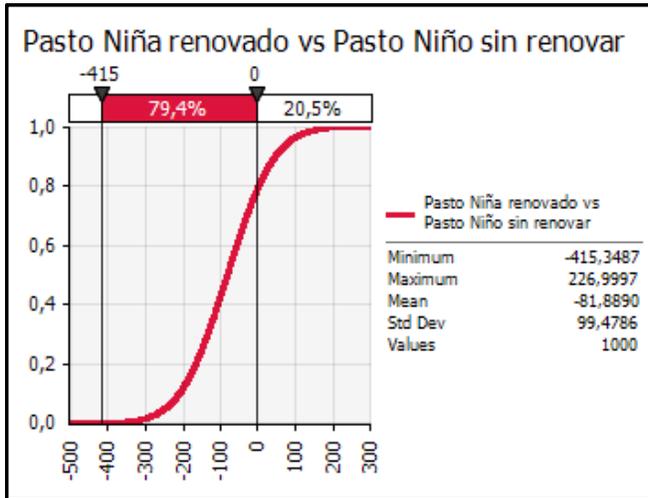
Regression and Rank Information for Pasto Niño R			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Pasto Niño Renov	1,000	1,000

## ANEXO 6

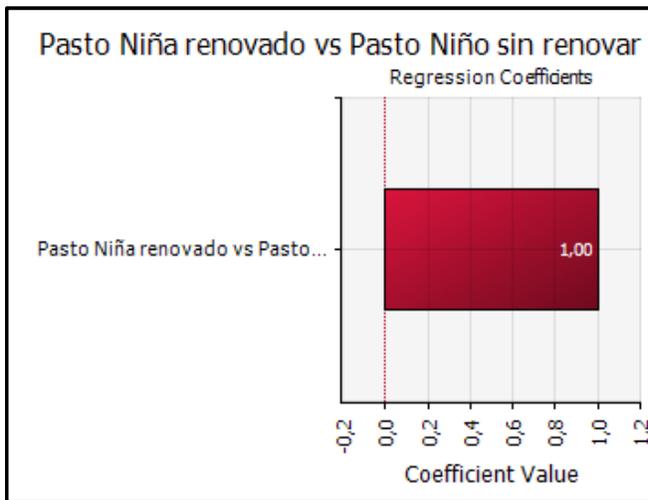
### PASTO NIÑA RENOVADO VS PASTO NIÑO SIN RENOVAR



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Pasto Niña Renovado vs P
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/14 20:57:32
Simulation Duration	00:00:01
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1094329421



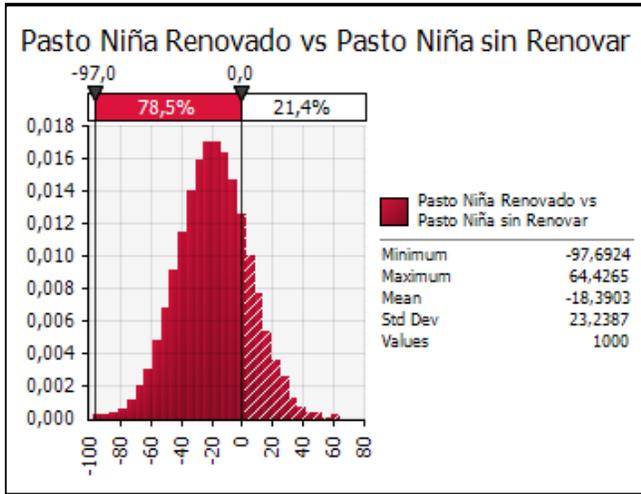
Summary Statistics for Pasto Niña renovado vs Pa		
Statistics		Percentile
Minimum	-415,3486893	5% -245,9715951
Maximum	226,9996841	10% -209,5989841
Mean	-81,88900416	15% -185,3253262
Std Dev	99,47864534	20% -165,6582118
Variance	9896,000879	25% -149,1168895
Skewness	-0,008538914	30% -134,2659798
Kurtosis	2,971202166	35% -120,4460073
Median	-81,95148814	40% -107,2118979
Mode	-88,11041802	45% -94,59202158
Left X	-245,9715951	50% -81,95148814
Left P	5%	55% -69,52755772
Right X	81,38068992	60% -56,78064064
Right P	95%	65% -43,59806512
Diff X	327,352285	70% -29,75333458
Diff P	90%	75% -14,99354619
#Errors	0	80% 1,820733873
Filter Min	Off	85% 21,09523592
Filter Max	Off	90% 45,59982377
#Filtered	0	95% 81,38068992



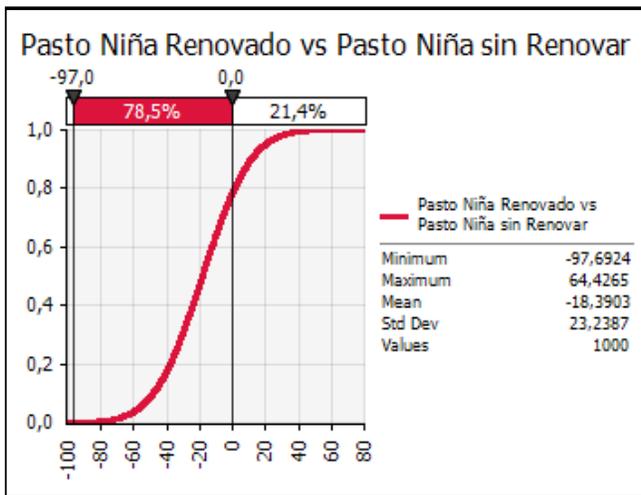
Regression and Rank Information for Pasto Niña renovado vs Pasto Niño sin renovar			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Pasto Niña renovado vs Pasto Niño sin renovar	1,000	1,000

## ANEXO 7

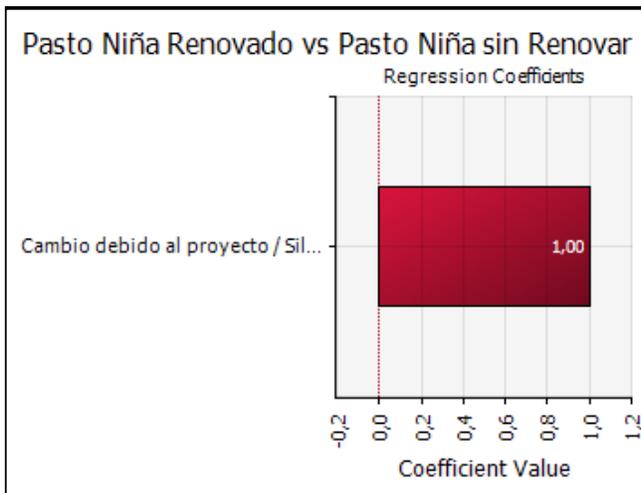
### PASTO NIÑA RENOVADO VS PASTO NIÑA SIN RENOVAR



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Pasto Niña Renovado vs
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	8
Number of Outputs	4
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	12/12/13 22:41:05
Simulation Duration	00:00:01
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	-1



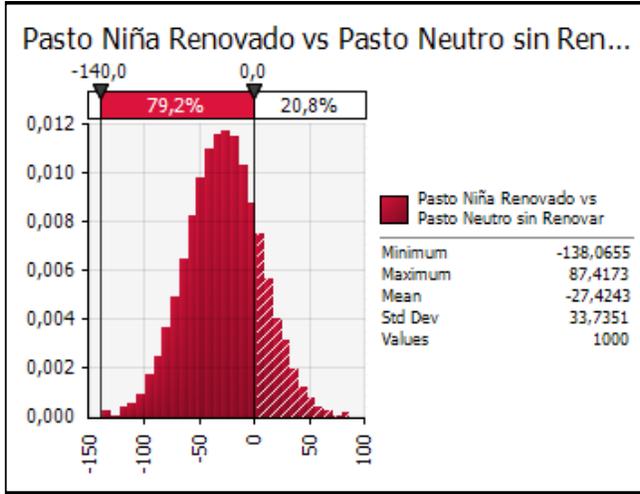
Summary Statistics for Pasto Niña Renovado vs Pa			
Statistics		Percentile	
Minimum	-97.69238442	5%	-56.58750148
Maximum	64.42651134	10%	-48.2657754
Mean	-18.39031785	15%	-42.52157596
Std Dev	23.23872091	20%	-38.00151462
Variance	540.0381496	25%	-34.06725524
Skewness	0.006899527	30%	-30.59611228
Kurtosis	3.030632818	35%	-27.36266189
Median	-18.41895022	40%	-24.30987755
Mode	-21.02907755	45%	-21.32015538
Left X	-56.58750148	50%	-18.41895022
Left P	5%	55%	-15.52051503
Right X	19.59473288	60%	-12.55663159
Right P	95%	65%	-9.465407956
Diff X	76.18223436	70%	-6.286765564
Diff P	90%	75%	-2.808798482
#Errors	0	80%	1.122835511
Filter Min	Off	85%	5.570312379
Filter Max	Off	90%	11.23780814
#Filtered	0	95%	19.59473288



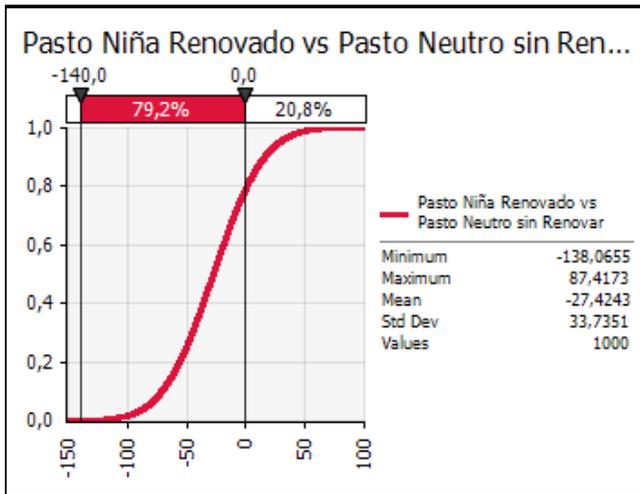
Regression and Rank Information for Pasto Niña R			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Cambio debido a	1.000	1.000

## ANEXO 8

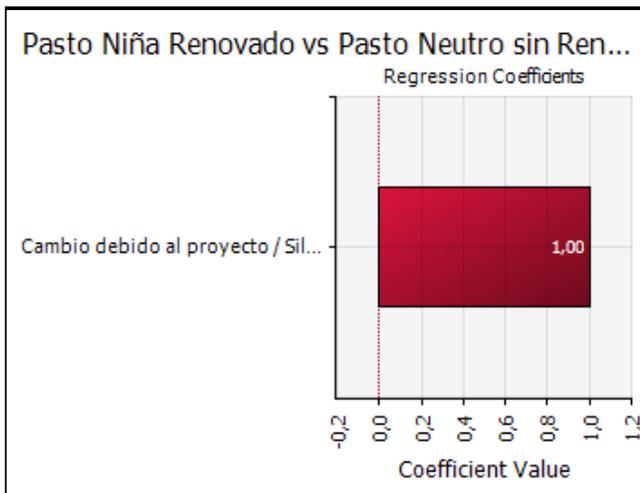
### PASTO NIÑA RENOVADO VS PASTO NEUTRO SIN RENOVAR



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Pasto Niña Renovado vs
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	12/12/13 22:43:26
Simulation Duration	00:00:01
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	-1



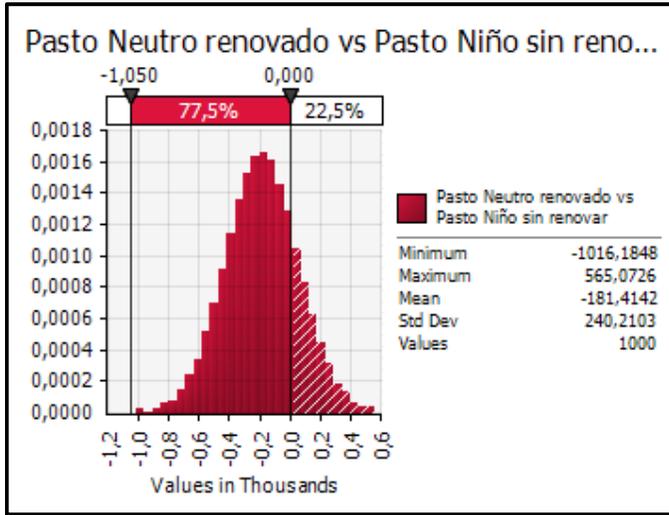
Summary Statistics for Pasto Niña Renovado vs Pa			
Statistics		Percentile	
Minimum	-138.0655336	5%	-82.95710368
Maximum	87.41726032	10%	-70.74830795
Mean	-27.42429908	15%	-62.44753367
Std Dev	33.73514398	20%	-55.82143647
Variance	1138.059939	25%	-50.20104714
Skewness	0.00186853	30%	-45.13575167
Kurtosis	2.996465548	35%	-40.43561781
Median	-27.47835048	40%	-35.99941861
Mode	-20.18889919	45%	-31.69638149
Left X	-82.95710368	50%	-27.47835048
Left P	5%	55%	-23.23287327
Right X	27.89106605	60%	-18.92039531
Right P	95%	65%	-14.44099923
Diff X	110.8481697	70%	-9.819384031
Diff P	90%	75%	-4.779219672
#Errors	0	80%	0.906572064
Filter Min	Off	85%	7.427718165
Filter Max	Off	90%	15.73060935
#Filtered	0	95%	27.89106605



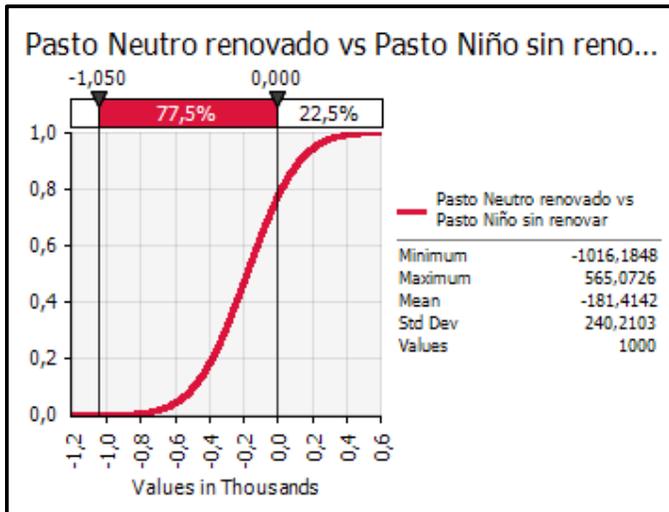
Regression and Rank Information for Pasto Niña R			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Cambio debido a	1.000	1.000

## ANEXO 9

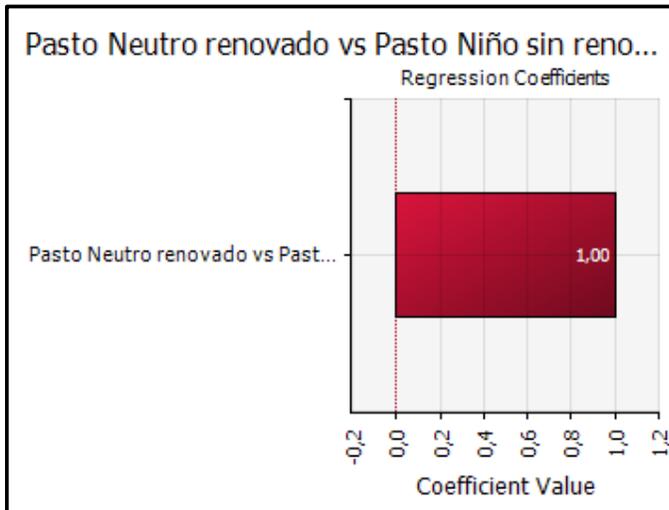
### PASTO NEUTRO RENOVADO VS PASTO NIÑO SIN RENOVAR



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Pasto Niña Renovado vs P
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	8
Number of Outputs	4
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/14 21:01:12
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1803803303



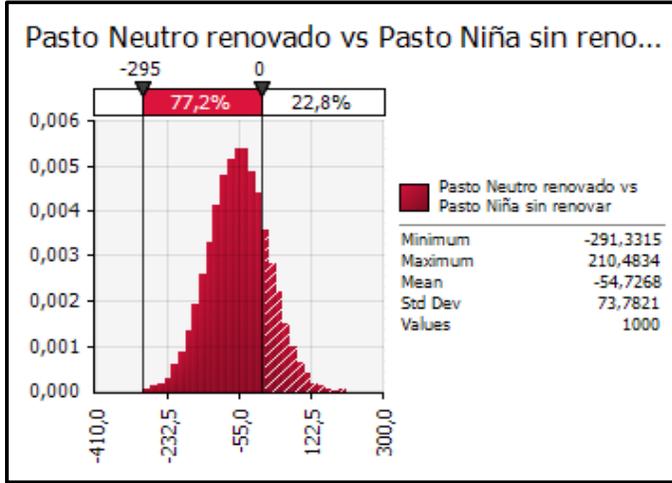
Summary Statistics for Pasto Neutro renovado vs			
Statistics		Percentile	
Minimum	-1016,184814	5%	-576,7623448
Maximum	565,0726279	10%	-489,6076637
Mean	-181,4142089	15%	-430,7544867
Std Dev	240,2102902	20%	-383,7002332
Variance	57700,98354	25%	-344,1421226
Skewness	-0,006565219	30%	-307,663553
Kurtosis	2,979187565	35%	-274,0481942
Median	-181,5718606	40%	-242,3487662
Mode	-154,1473491	45%	-211,783334
Left X	-576,7623448	50%	-181,5718606
Left P	5%	55%	-151,7249552
Right X	213,7263667	60%	-120,8832045
Right P	95%	65%	-89,28702904
Diff X	790,4887115	70%	-55,7996689
Diff P	90%	75%	-19,82454134
#Errors	0	80%	20,07284266
Filter Min	Off	85%	67,01797289
Filter Max	Off	90%	126,2479447
#Filtered	0	95%	213,7263667



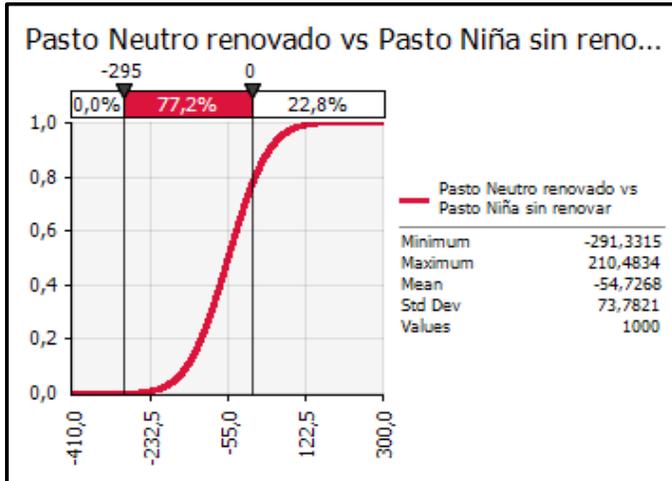
Regression and Rank Information for Pasto Neutr			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Pasto Neutro ren	1,000	1,000

## ANEXO 10

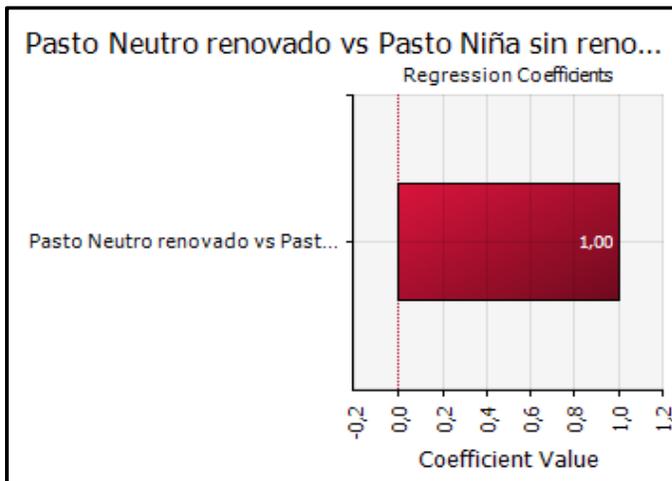
### PASTO NEUTRO RENOVADO VS PASTO NIÑA SIN RENOVAR



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Pasto Neutro Renovado vs
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/14 21:05:44
Simulation Duration	00:00:01
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	611591169



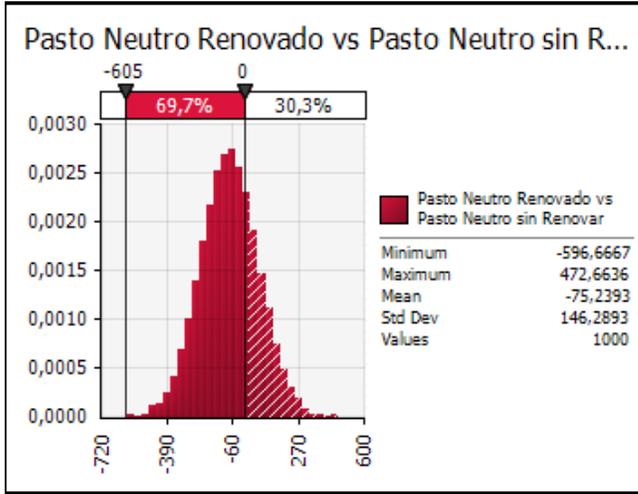
Summary Statistics for Pasto Neutro renovado vs			
Statistics	Percentile		
Minimum	-291,3315462	5%	-176,233722
Maximum	210,4834288	10%	-149,3886423
Mean	-54,72677118	15%	-131,4875983
Std Dev	73,78206431	20%	-116,9371794
Variance	5443,793013	25%	-104,6051877
Skewness	0,015080759	30%	-93,63352456
Kurtosis	2,999655365	35%	-83,29319592
Median	-54,86470884	40%	-73,49297704
Mode	-63,11820436	45%	-64,1899619
Left X	-176,233722	50%	-54,86470884
Left P	5%	55%	-45,58044097
Right X	66,24281154	60%	-36,1706665
Right P	95%	65%	-26,47469956
Diff X	242,4765335	70%	-16,23210801
Diff P	90%	75%	-5,181682332
#Errors	0	80%	7,057830043
Filter Min	Off	85%	21,43262964
Filter Max	Off	90%	39,52619685
#Filtered	0	95%	66,24281154



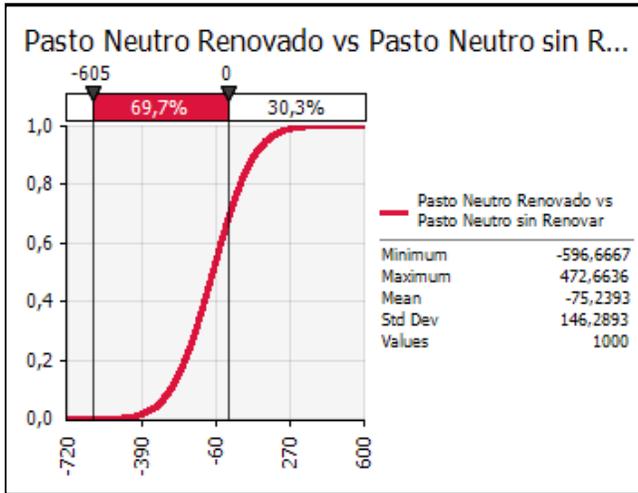
Regression and Rank Information for Pasto Neutro renovado vs			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Pasto Neutro ren	1,000	1,000

## ANEXO 11

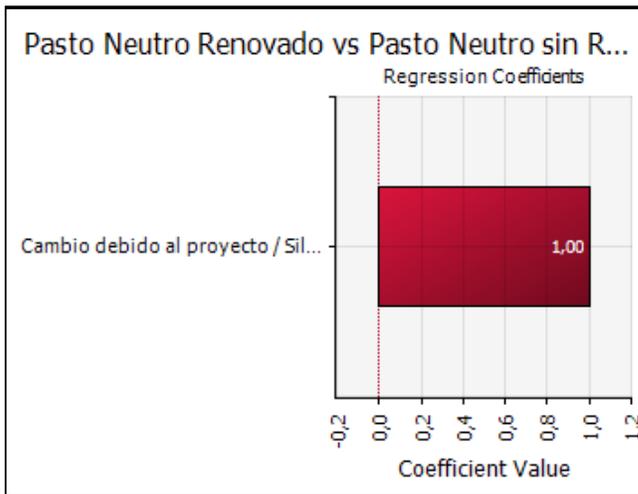
### PASTO NEUTRO RENOVADO VS PASTO NEUTRO SIN RENOVAR



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Pasto Neutro Renovado
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	5
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/15/14 21:06:05
Simulation Duration	00:00:01
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	606456285



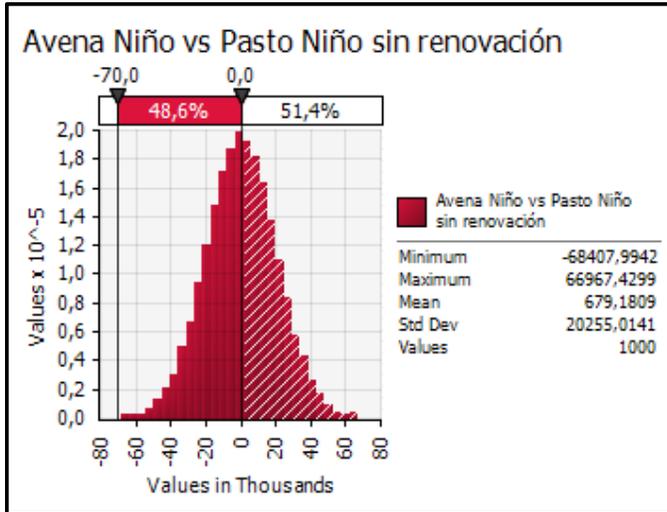
Summary Statistics for Pasto Neutro Renovado vs			
Statistics		Percentile	
Minimum	-596.666747	5%	-315.5190314
Maximum	472.663642	10%	-262.2979395
Mean	-75.23926671	15%	-226.9300181
Std Dev	146.2893032	20%	-198.0771542
Variance	21400.56024	25%	-173.9861634
Skewness	0.012020578	30%	-151.8177913
Kurtosis	3.087914876	35%	-131.855104
Median	-75.64048279	40%	-112.3796143
Mode	-91.7703631	45%	-93.92620843
Left X	-315.5190314	50%	-75.64048279
Left P	5%	55%	-57.14051186
Right X	163.8528641	60%	-38.71499561
Right P	95%	65%	-19.4202432
Diff X	479.3718954	70%	0.803033001
Diff P	90%	75%	22.67738523
#Errors	0	80%	47.22068109
Filter Min	Off	85%	75.75954782
Filter Max	Off	90%	111.5197728
#Filtered	0	95%	163.8528641



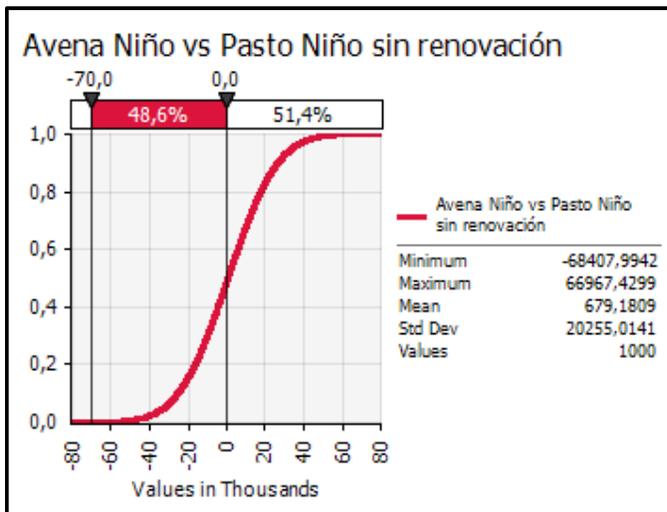
Regression and Rank Information for Pasto Neutr			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Cambio debido a	1.000	1.000

## ANEXO 12

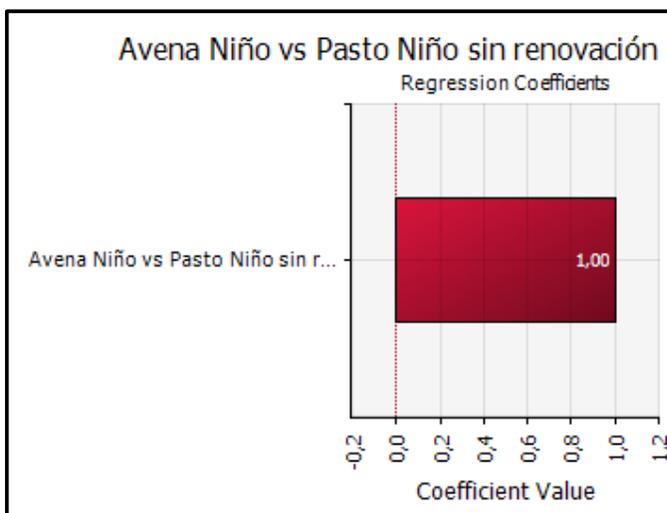
### AVENA NIÑO VS PASTO SIN RENOVAR NIÑO



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Pasto Neutro Renovado vs
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	7
Number of Outputs	4
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/14 21:10:02
Simulation Duration	00:00:01
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1144577821



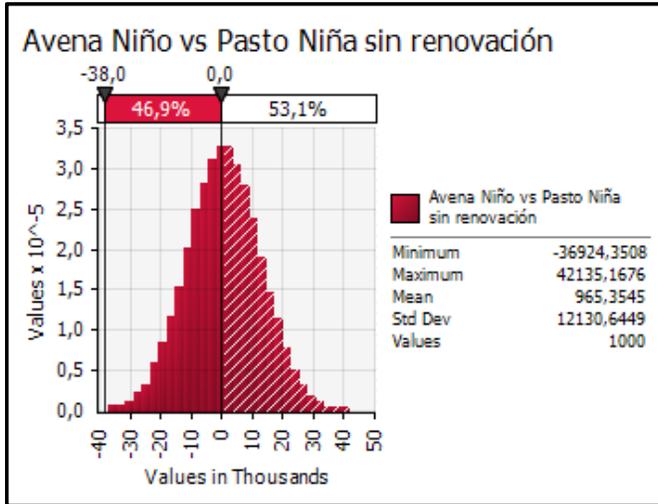
Summary Statistics for Avena Niño vs Pasto Niño			
Statistics		Percentile	
Minimum	-68407,99422	5%	-32640,54551
Maximum	66967,42992	10%	-25286,77081
Mean	679,1808618	15%	-20375,68125
Std Dev	20255,01413	20%	-16413,35302
Variance	410265597,5	25%	-13018,27163
Skewness	-0,000601386	30%	-9990,332078
Kurtosis	2,996967911	35%	-7146,813175
Median	661,4000115	40%	-4456,0934
Mode	-1617,412934	45%	-1913,839072
Left X	-32640,54551	50%	661,4000115
Left P	5%	55%	3221,729058
Right X	33883,88736	60%	5769,824253
Right P	95%	65%	8446,217284
Diff X	66524,43287	70%	11287,54391
Diff P	90%	75%	14316,53346
#Errors	0	80%	17686,90773
Filter Min	Off	85%	21646,1772
Filter Max	Off	90%	26591,09084
#Filtered	0	95%	33883,88736



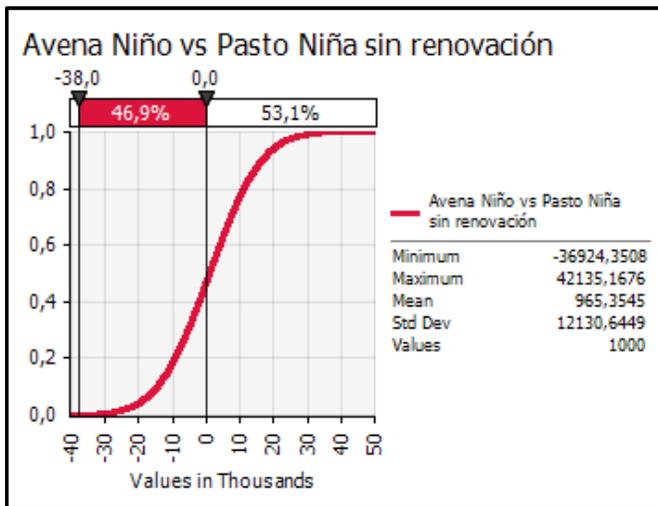
Regression and Rank Information for Avena Niño			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Avena Niño vs Pa	1,000	1,000

## ANEXO 13

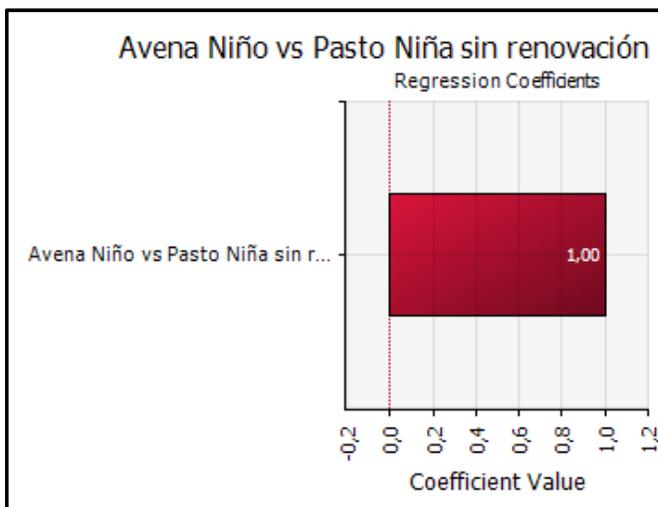
### AVENA NIÑO VS PASTO SIN RENOVAR NIÑA



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Avena Niño vs Pasto Niño.
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	6
Number of Outputs	4
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/14 21:17:48
Simulation Duration	00:00:16
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1471960885



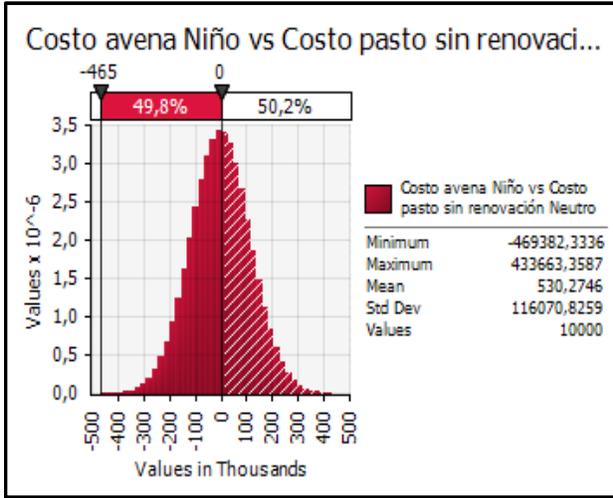
Summary Statistics for Avena Niño vs Pasto Niña sin renovación		
Statistics		Percentile
Minimum	-36924,35081	5% -19084,35158
Maximum	42135,16756	10% -14606,04687
Mean	965,3544876	15% -11649,25989
Std Dev	12130,64486	20% -9282,472654
Variance	147152544,6	25% -7251,552789
Skewness	0,008046673	30% -5414,116887
Kurtosis	2,98240098	35% -3724,477395
Median	938,2067507	40% -2131,188513
Mode	202,9261174	45% -565,212808
Left X	-19084,35158	50% 938,2067507
Left P	5%	55% 2456,76657
Right X	20820,81597	60% 4024,388252
Right P	95%	65% 5626,021637
Diff X	39905,16755	70% 7298,260117
Diff P	90%	75% 9140,669486
#Errors	0	80% 11137,90523
Filter Min	Off	85% 13531,57406
Filter Max	Off	90% 16443,38989
#Filtered	0	95% 20820,81597



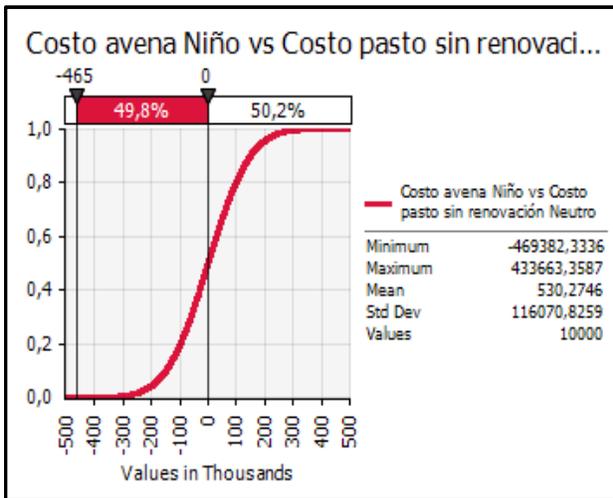
Regression and Rank Information for Avena Niño vs Pasto Niña sin renovación			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Avena Niño vs Pa	1,000	1,000

## ANEXO 14

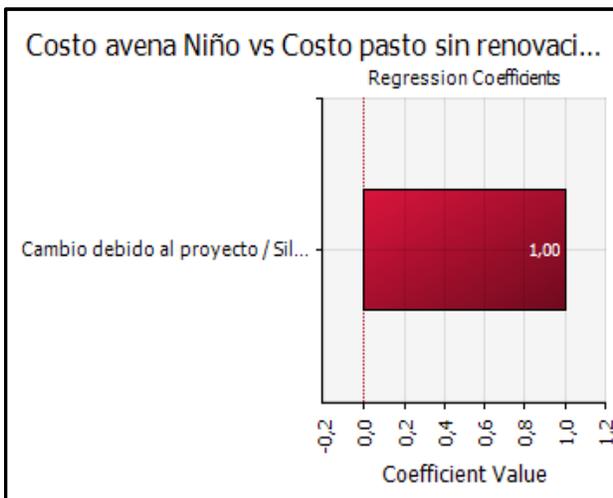
### AVENA NIÑO VS PASTO SIN RENOVAR NEUTRO



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Avena Niño vs Pasto Neutro.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	10000
Number of Inputs	3
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	12/2/13 13:28:43
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	677199040



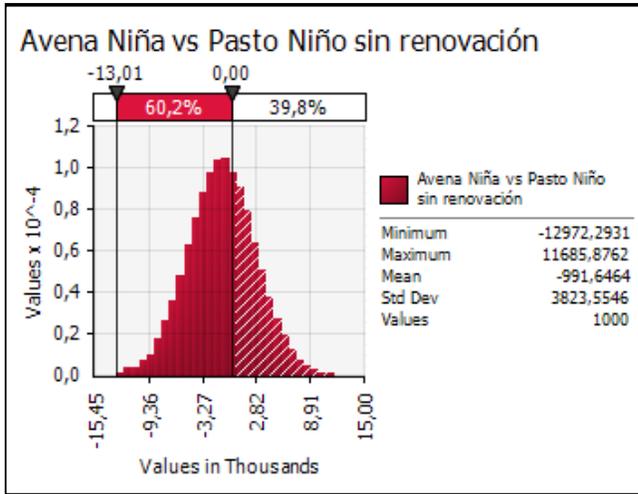
Summary Statistics for Costo avena Niño vs Costo pasto sin renovación Neutro			
Statistics	Percentile		
Minimum	-469382.3336	5%	-190483.4196
Maximum	433663.3587	10%	-148273.1623
Mean	530.2745829	15%	-119798.7825
Std Dev	116070.8259	20%	-97182.66877
Variance	13472436619	25%	-77759.20312
Skewness	-0.001778041	30%	-60346.58004
Kurtosis	2.997549976	35%	-44199.84645
Median	534.1372445	40%	-28899.53304
Mode	7814.0048	45%	-14070.07171
Left X	-190483.4196	50%	534.1372445
Left P	5%	55%	15119.34996
Right X	191430.983	60%	29926.92267
Right P	95%	65%	45251.42795
Diff X	381914.4025	70%	61396.01159
Diff P	90%	75%	78789.55327
#Errors	0	80%	98198.30883
Filter Min	Off	85%	120825.4137
Filter Max	Off	90%	149232.1209
#Filtered	0	95%	191430.983



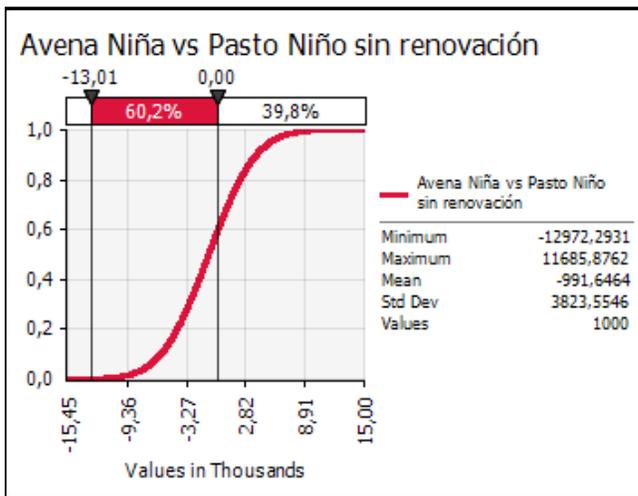
Regression and Rank Information for Costo avena Niño vs Costo pasto sin renovación Neutro			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Cambio debido a	1.000	1.000

## ANEXO 15

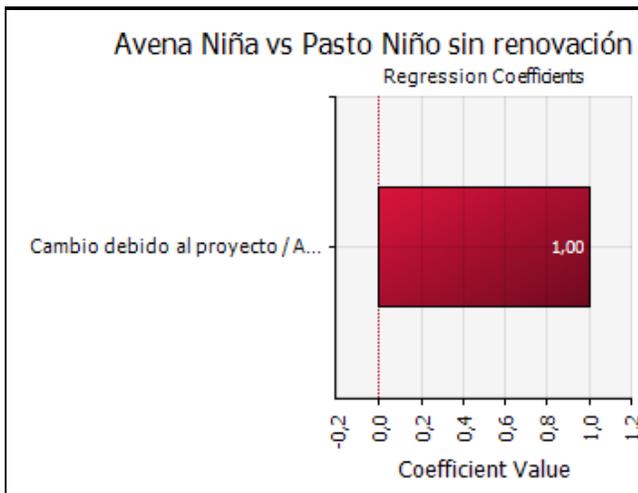
### AVENA NIÑA VS PASTO SIN RENOVAR NIÑO



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Avena Niña vs Pasto
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/16/14 6:08:40
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1328858802



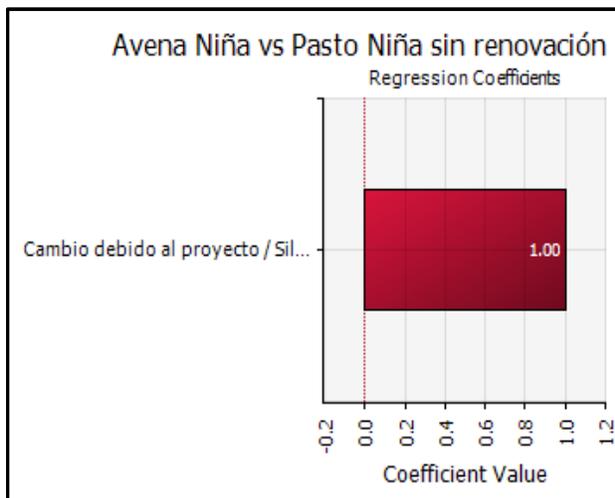
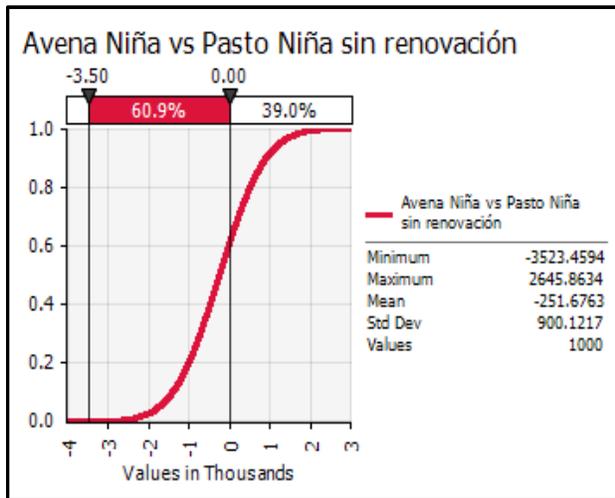
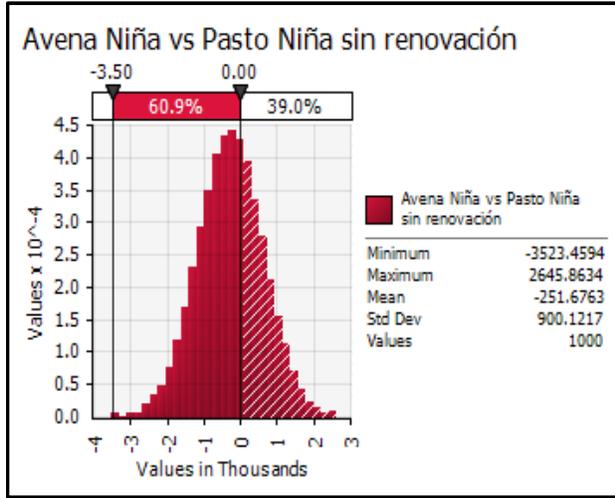
Summary Statistics for Avena Niña vs Pasto Niño sin renovación			
Statistics		Percentile	
Minimum	-12972.29306	5%	-7307.028748
Maximum	11685.87615	10%	-5901.440987
Mean	-991.6464368	15%	-4972.405584
Std Dev	3823.554554	20%	-4224.262286
Variance	14619569.42	25%	-3581.19059
Skewness	0.005900614	30%	-3006.405156
Kurtosis	2.951932673	35%	-2478.036943
Median	-995.0282889	40%	-1965.848693
Mode	-365.6566999	45%	-1480.574517
Left X	-7307.028748	50%	-995.0282889
Left P	5%	55%	-517.370223
Right X	5275.243664	60%	-22.86274772
Right P	95%	65%	473.3199003
Diff X	12582.27241	70%	1008.9274
Diff P	90%	75%	1584.237408
#Errors	0	80%	2223.087876
Filter Min	Off	85%	2969.222333
Filter Max	Off	90%	3899.320412
#Filtered	0	95%	5275.243664



Regression and Rank Information for Avena Niña vs Pasto Niño sin renovación			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Cambio debido a	1.000	1.000

## ANEXO 16

### AVENA NIÑA VS PASTO SIN RENOVAR NIÑA



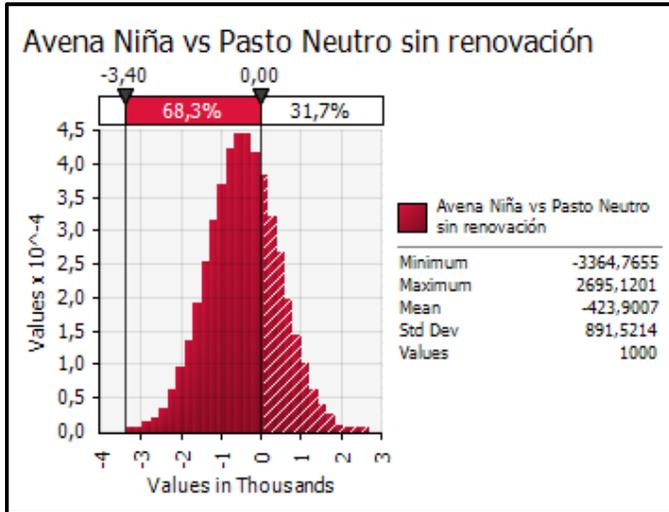
Simulation Summary Information	
Workbook Name	Avena Niña vs Pasto Neutr
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	8
Number of Outputs	4
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	12/3/13 0:43:29
Simulation Duration	00:00:01
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1238599819

Summary Statistics for Avena Niña vs Pasto Niña s			
Statistics		Percentile	
Minimum	-3523.459378	5%	-1733.329071
Maximum	2645.863399	10%	-1404.281222
Mean	-251.6762625	15%	-1185.886657
Std Dev	900.1217254	20%	-1008.528877
Variance	810219.1205	25%	-858.4128802
Skewness	-0.013864697	30%	-724.8482247
Kurtosis	3.033163256	35%	-597.8217396
Median	-251.9874719	40%	-479.0827557
Mode	-353.1641224	45%	-365.2154606
Left X	-1733.329071	50%	-251.9874719
Left P	5%	55%	-139.598377
Right X	1222.742546	60%	-24.1286091
Right P	95%	65%	93.29283791
Diff X	2956.071617	70%	219.8259692
Diff P	90%	75%	352.8322733
#Errors	0	80%	504.0457611
Filter Min	Off	85%	676.9673555
Filter Max	Off	90%	895.9707206
#Filtered	0	95%	1222.742546

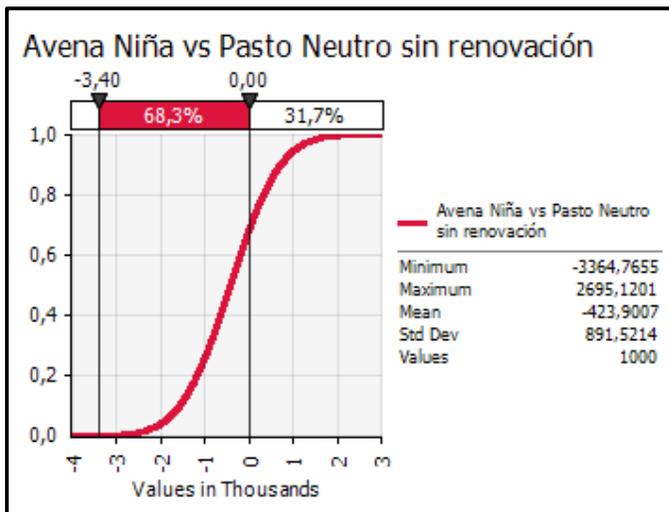
Regression and Rank Information for Avena Niña v			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Cambio debido a	1.000	1.000

## ANEXO 17

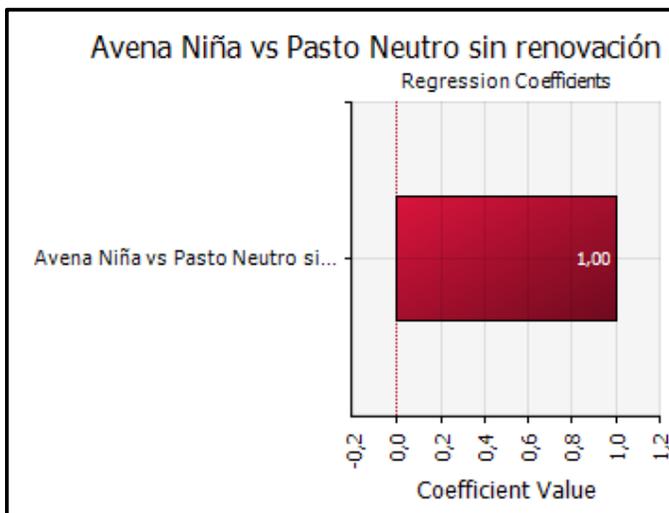
### AVENA NIÑA VS PASTO SIN RENOVAR NEUTRO



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Avena Niña vs Pasto Neutro
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/14 21:23:16
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1471730396



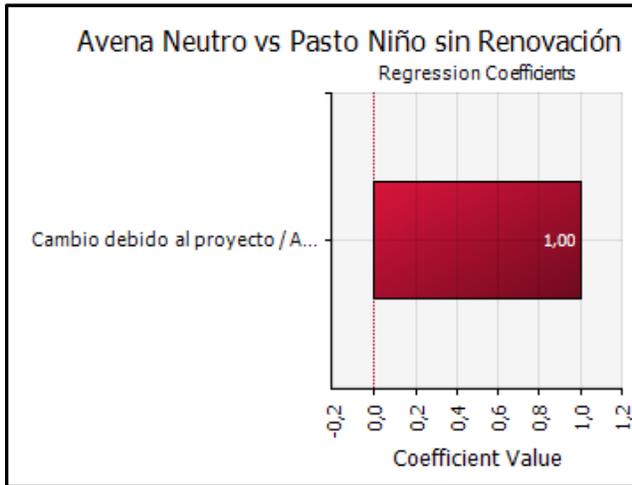
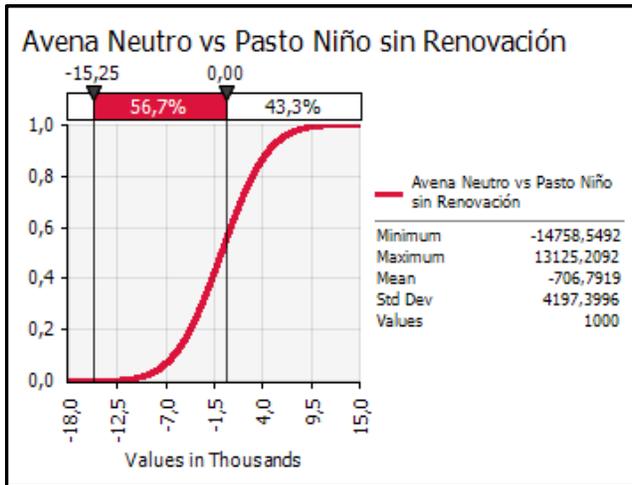
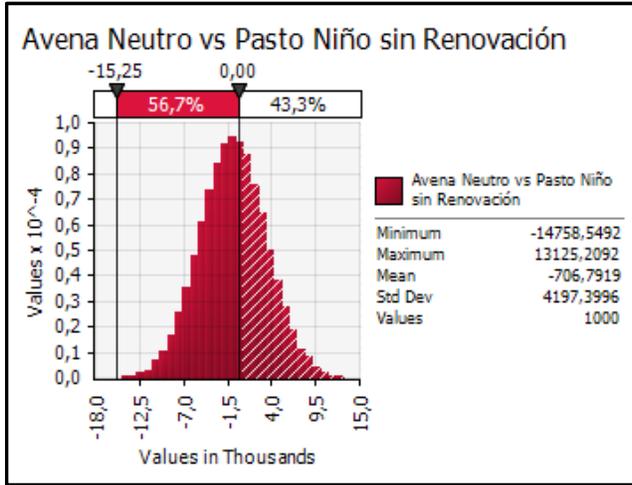
Summary Statistics for Avena Niña vs Pasto Neutro			
Statistics		Percentile	
Minimum	-3364,765502	5%	-1890,913427
Maximum	2695,120111	10%	-1569,741461
Mean	-423,9007047	15%	-1348,419343
Std Dev	891,5213951	20%	-1176,461188
Variance	794810,398	25%	-1025,230845
Skewness	0,00981474	30%	-892,3030807
Kurtosis	3,015221064	35%	-768,2158253
Median	-425,5452528	40%	-650,4890999
Mode	-525,0942995	45%	-537,6880152
Left X	-1890,913427	50%	-425,5452528
Left P	5%	55%	-313,1917979
Right X	1033,944304	60%	-198,7070514
Right P	95%	65%	-81,88152985
Diff X	2924,857731	70%	41,01871344
Diff P	90%	75%	174,8109726
#Errors	0	80%	322,382922
Filter Min	Off	85%	498,1085266
Filter Max	Off	90%	714,6981845
#Filtered	0	95%	1033,944304



Regression and Rank Information for Avena Niña vs Pasto Neutro			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Avena Niña vs Pa	1,000	1,000

## ANEXO 18

### AVENA NEUTRO VS PASTO SIN RENOVAR NIÑO



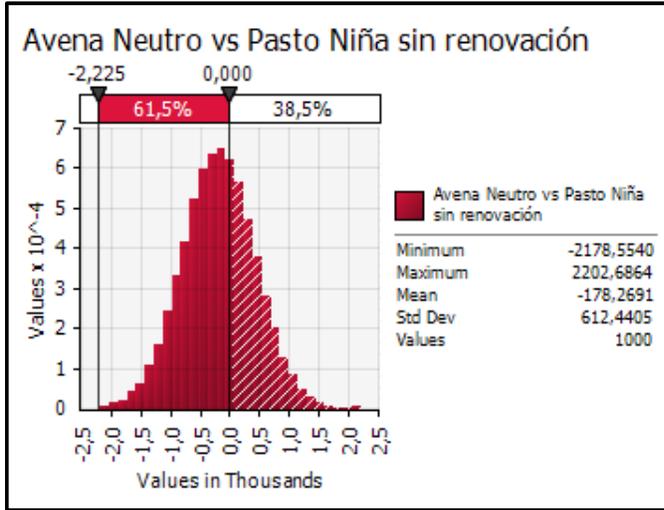
Simulation Summary Information	
Workbook Name	Avena Neutro vs Pasto
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/16/14 6:15:45
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	553866427

Summary Statistics for Avena Neutro vs Pasto Niño			
Statistics		Percentile	
Minimum	-14758.54921	5%	-7622.926125
Maximum	13125.2092	10%	-6102.343247
Mean	-706.7919009	15%	-5066.164831
Std Dev	4197.399601	20%	-4244.342198
Variance	17618163.41	25%	-3550.518775
Skewness	-0.005132623	30%	-2916.688598
Kurtosis	2.987408807	35%	-2332.164984
Median	-712.1165626	40%	-1773.010808
Mode	-1076.050402	45%	-1242.640392
Left X	-7622.926125	50%	-712.1165626
Left P	5%	55%	-189.1953191
Right X	6195.628931	60%	355.2737911
Right P	95%	65%	900.8904814
Diff X	13818.55506	70%	1493.903385
Diff P	90%	75%	2124.204659
#Errors	0	80%	2811.433403
Filter Min	Off	85%	3626.111242
Filter Max	Off	90%	4662.376837
#Filtered	0	95%	6195.628931

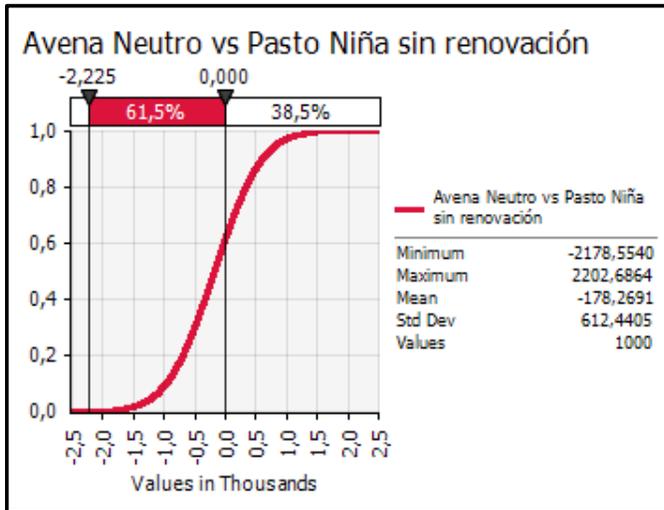
Regression and Rank Information for Avena Neutro vs Pasto Niño			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Cambio debido a	1.000	1.000

## ANEXO 19

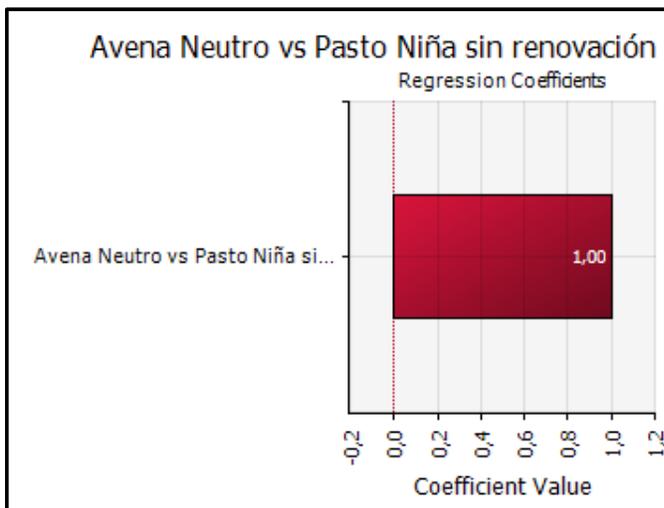
### AVENA NEUTRO VS PASTO SIN RENOVAR NIÑA



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Avena Neutro vs Pasto Nif
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/14 21:26:36
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1131714343



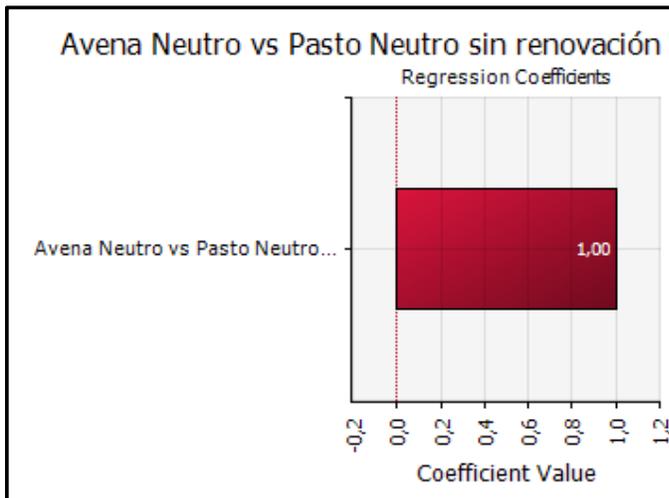
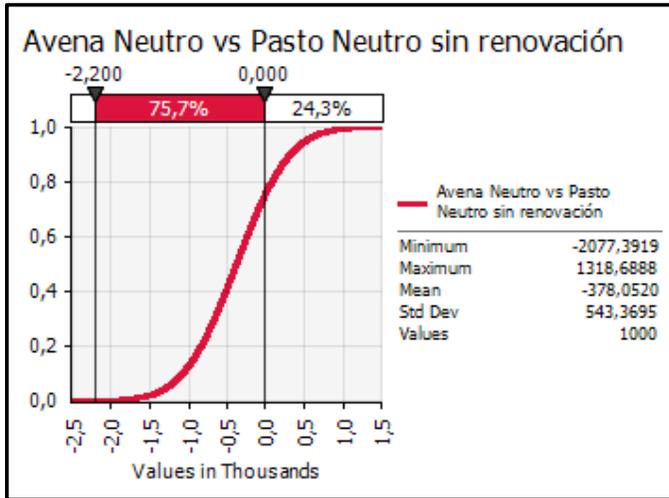
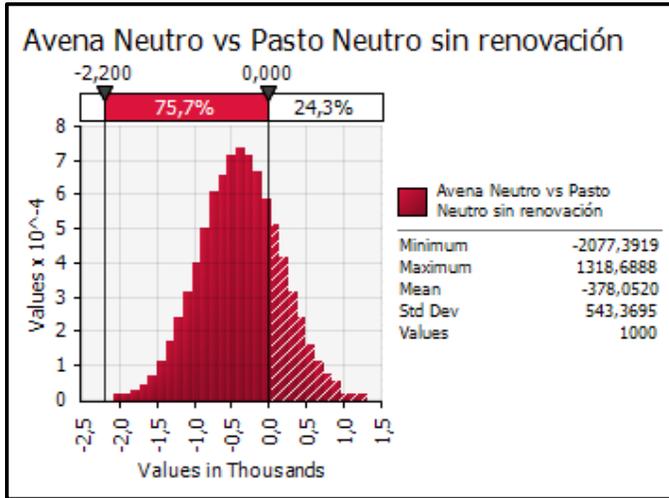
Summary Statistics for Avena Neutro vs Pasto Nif			
Statistics		Percentile	
Minimum	-2178,554009	5%	-1185,300632
Maximum	2202,686386	10%	-963,7695863
Mean	-178,2691268	15%	-812,6967624
Std Dev	612,4404877	20%	-694,9233911
Variance	375083,351	25%	-592,2841425
Skewness	0,021688154	30%	-499,5407485
Kurtosis	3,052683641	35%	-415,651977
Median	-178,6512128	40%	-334,5986368
Mode	-140,2146495	45%	-255,7259677
Left X	-1185,300632	50%	-178,6512128
Left P	5%	55%	-102,624352
Right X	821,9781206	60%	-24,46012179
Right P	95%	65%	55,89658945
Diff X	2007,278753	70%	140,8314637
Diff P	90%	75%	232,3690535
#Errors	0	80%	334,9536764
Filter Min	Off	85%	455,0350893
Filter Max	Off	90%	604,0212283
#Filtered	0	95%	821,9781206



Regression and Rank Information for Avena Neutro vs Pasto Nif			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Avena Neutro vs	1,000	1,000

## ANEXO 20

### AVENA NEUTRO VS PASTO SIN RENOVAR NEUTRO



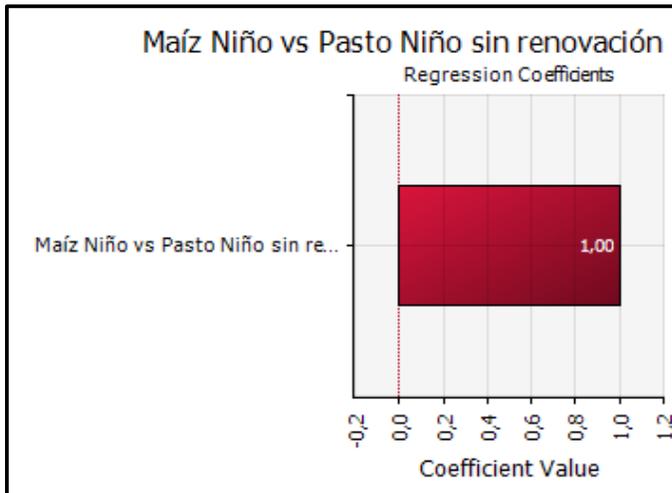
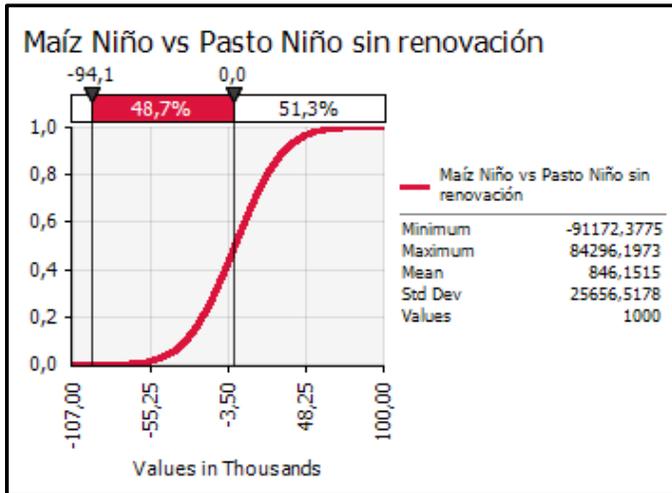
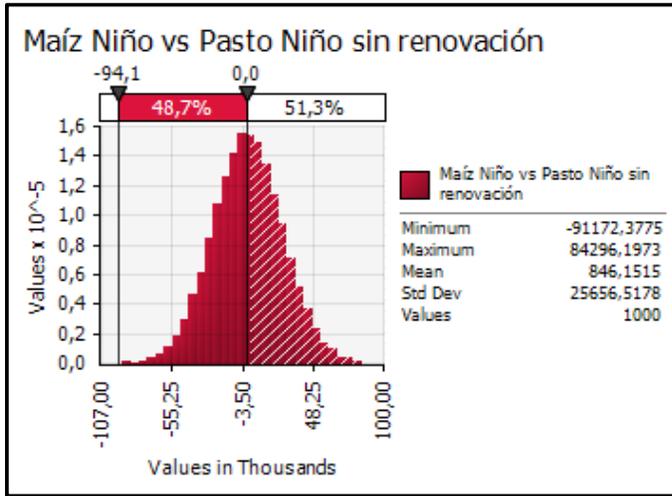
Simulation Summary Information	
Workbook Name	Avena Neutro vs Pasto Ne
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/14 21:29:31
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	748879243

Summary Statistics for Avena Neutro vs Pasto Ne		
Statistics		Percentile
Minimum	-2077,391887	5% -1274,101513
Maximum	1318,688768	10% -1077,168109
Mean	-378,0520042	15% -942,7106941
Std Dev	543,3694944	20% -836,7007209
Variance	295250,4075	25% -746,0184164
Skewness	-0,005295323	30% -663,2930764
Kurtosis	2,94193158	35% -587,7008241
Median	-378,1180617	40% -517,105873
Mode	-288,7478576	45% -446,6718733
Left X	-1274,101513	50% -378,1180617
Left P	5%	55% -309,7618941
Right X	513,9230081	60% -240,7669905
Right P	95%	65% -168,3410952
Diff X	1788,024522	70% -93,14465412
Diff P	90%	75% -11,32076536
#Errors	0	80% 79,90772113
Filter Min	Off	85% 185,5320601
Filter Max	Off	90% 316,9626808
#Filtered	0	95% 513,9230081

Regression and Rank Information for Avena Neutro vs Pasto Neutro sin renovación			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Avena Neutro vs	1,000	1,000

## ANEXO 21

### MAÍZ NIÑO VS PASTO SIN RENOVAR NIÑO



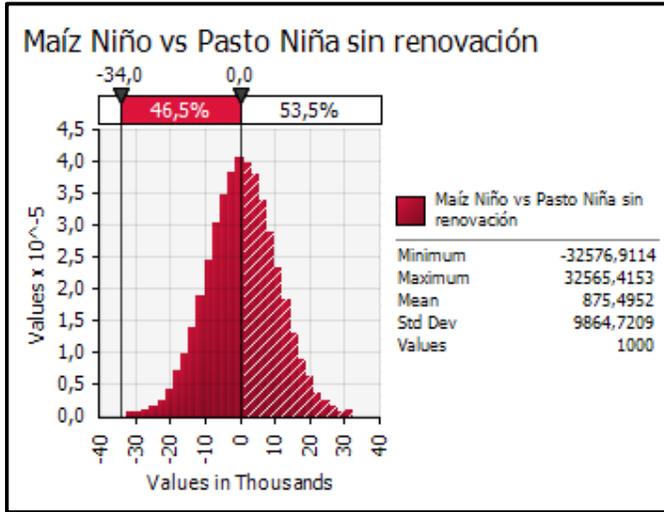
Simulation Summary Information	
Workbook Name	Avena Neutro vs Pasto Ne
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	7
Number of Outputs	4
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/14 21:32:38
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	2097730557

Summary Statistics for Maíz Niño vs Pasto Niño sin			
Statistics		Percentile	
Minimum	-91172,37754	5%	-41445,91583
Maximum	84296,19734	10%	-32021,49096
Mean	846,1514899	15%	-25811,82035
Std Dev	25656,51782	20%	-20801,94336
Variance	658256906,6	25%	-16467,66178
Skewness	-0,011056971	30%	-12618,17062
Kurtosis	3,009698427	35%	-9031,535512
Median	844,8149626	40%	-5643,924219
Mode	7012,965868	45%	-2417,829183
Left X	-41445,91583	50%	844,8149626
Left P	5%	55%	4021,806558
Right X	42836,51339	60%	7285,086234
Right P	95%	65%	10716,94057
Diff X	84282,42923	70%	14277,53097
Diff P	90%	75%	18141,28511
#Errors	0	80%	22353,64144
Filter Min	Off	85%	27350,13455
Filter Max	Off	90%	33650,07119
#Filtered	0	95%	42836,51339

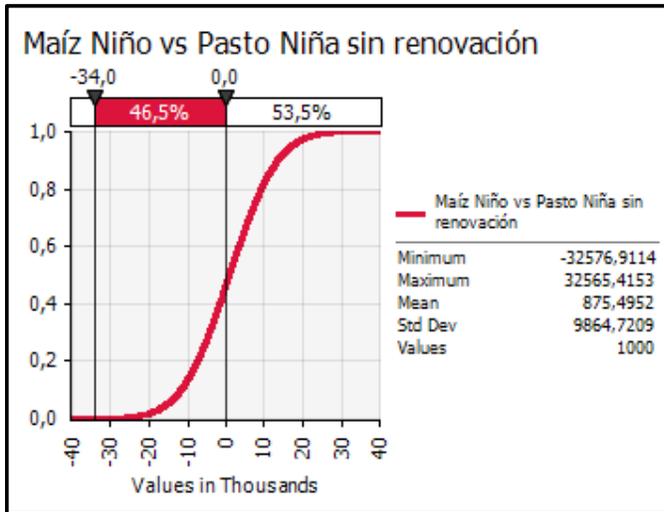
Regression and Rank Information for Maíz Niño vs			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Maíz Niño vs Past	1,000	1,000

## ANEXO 22

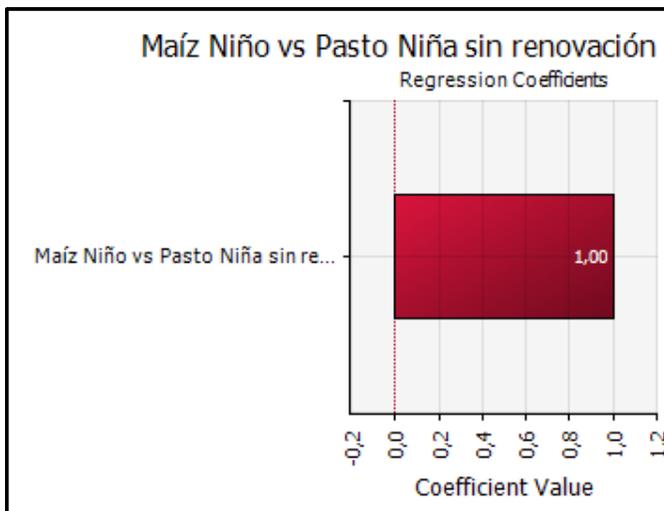
### MAÍZ NIÑO VS PASTO SIN RENOVAR NIÑA



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Maíz Niño vs Pasto Niña.xls
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	3
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/14 21:39:05
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	2042212437



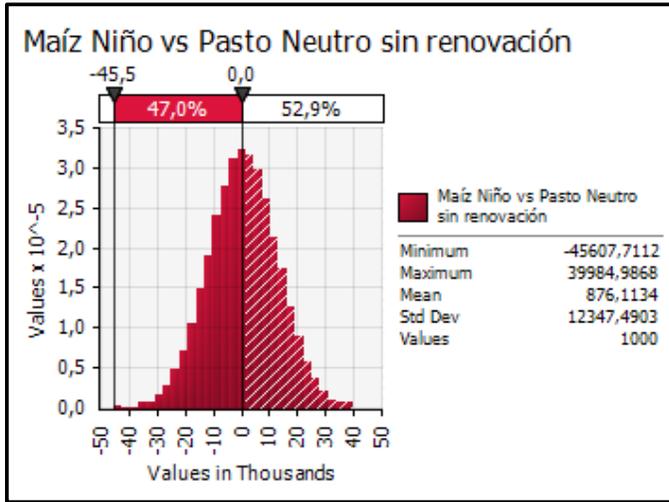
Summary Statistics for Maíz Niño vs Pasto Niña sin renovación			
Statistics		Percentile	
Minimum	-32576,9114	5%	-15406,79826
Maximum	32565,41532	10%	-11797,92441
Mean	875,4952284	15%	-9379,358238
Std Dev	9864,720934	20%	-7432,651328
Variance	97312719,1	25%	-5799,646202
Skewness	-0,004653693	30%	-4303,972446
Kurtosis	2,986179311	35%	-2944,859452
Median	868,7258986	40%	-1647,405117
Mode	505,7427388	45%	-378,2854481
Left X	-15406,79826	50%	868,7258986
Left P	5%	55%	2098,790661
Right X	17063,02124	60%	3369,132092
Right P	95%	65%	4663,934523
DiffX	32469,8195	70%	6032,698309
DiffP	90%	75%	7505,654077
#Errors	0	80%	9160,031684
Filter Min	Off	85%	11068,42952
Filter Max	Off	90%	13487,66289
#Filtered	0	95%	17063,02124



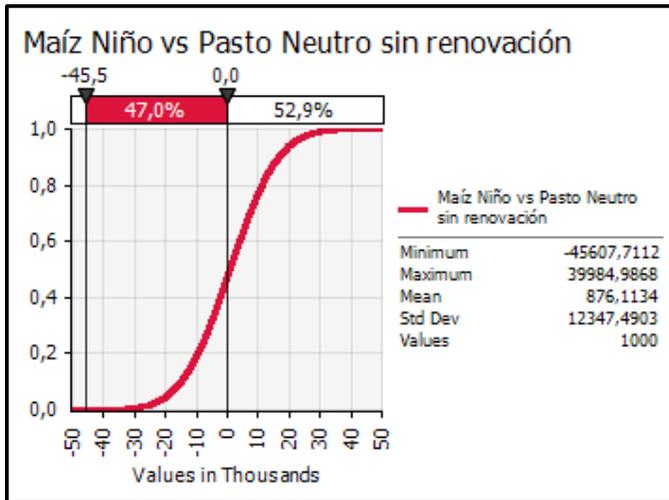
Regression and Rank Information for Maíz Niño vs Pasto Niña sin renovación			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Maíz Niño vs Pasto Niña sin renovación	1,000	1,000

## ANEXO 23

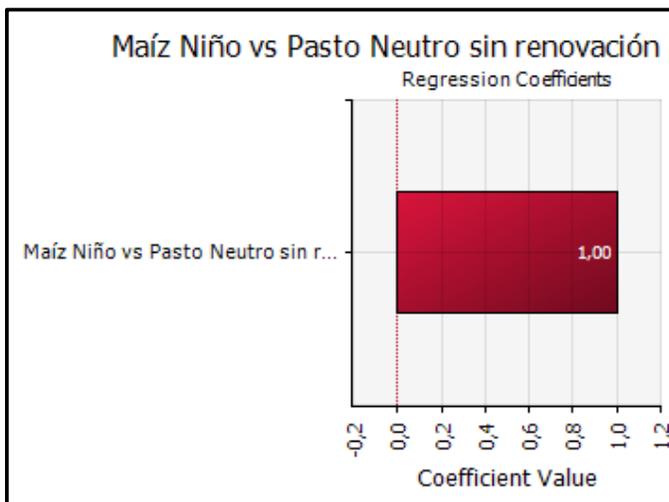
### MAÍZ NIÑO VS PASTO SIN RENOVAR NEUTRO



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Maíz Niño vs Pasto Neutro
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	3
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/14 21:43:15
Simulation Duration	00:00:01
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1423919891



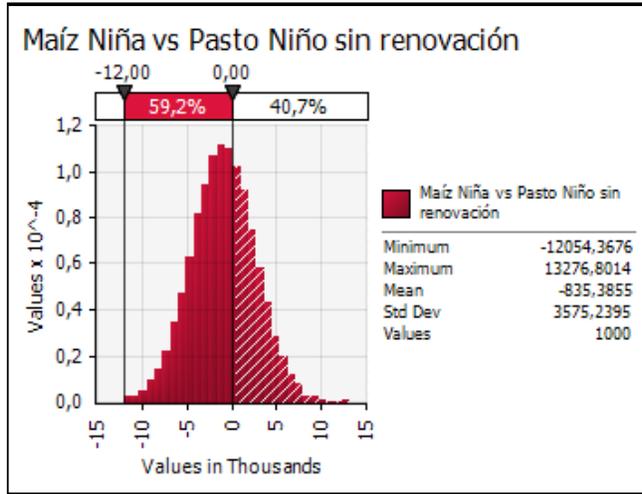
Summary Statistics for Maíz Niño vs Pasto Neutro			
Statistics		Percentile	
Minimum	-45607,71122	5%	-19501,1158
Maximum	39984,98684	10%	-14917,60941
Mean	876,1134086	15%	-11899,75264
Std Dev	12347,4903	20%	-9517,44609
Variance	152460516,6	25%	-7442,250307
Skewness	-0,019318737	30%	-5596,16551
Kurtosis	3,048378288	35%	-3869,801614
Median	867,3934634	40%	-2241,234557
Mode	-1448,394732	45%	-684,281771
Left X	-19501,1158	50%	867,3934634
Left P	5%	55%	2419,724148
Right X	21083,01968	60%	3978,387649
Right P	95%	65%	5618,688557
Diff X	40584,13548	70%	7318,658573
Diff P	90%	75%	9168,21712
#Errors	0	80%	11227,33364
Filter Min	Off	85%	13634,33736
Filter Max	Off	90%	16633,41058
#Filtered	0	95%	21083,01968



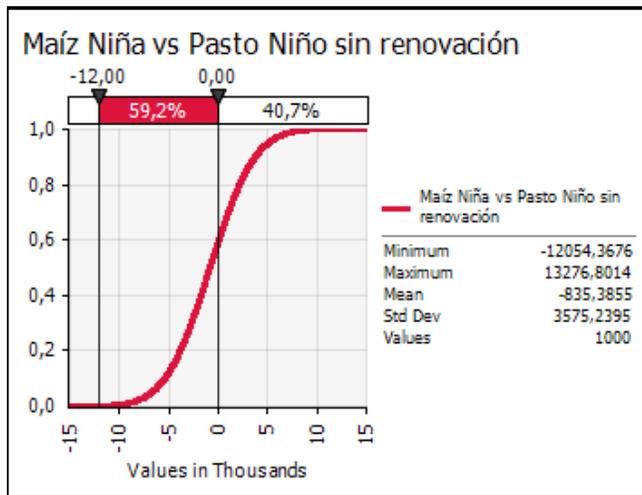
Regression and Rank Information for Maíz Niño vs			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Maíz Niño vs Past	1,000	1,000

## ANEXO 24

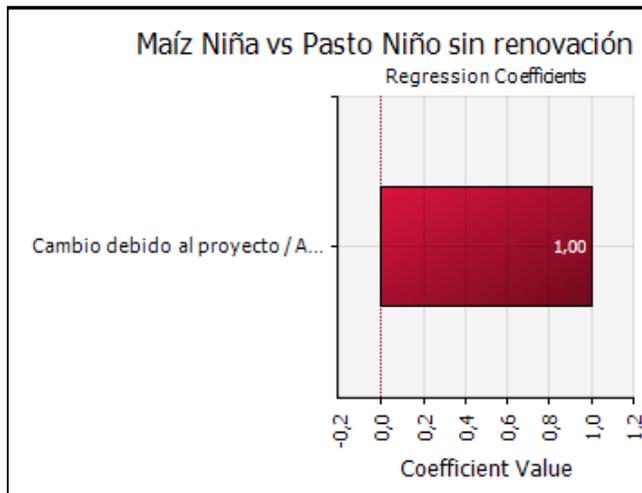
### MAÍZ NIÑA VS PASTO SIN RENOVAR NIÑO



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Maiz Niña vs Pasto
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/10/14 14:41:52
Simulation Duration	00:00:01
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1173259816



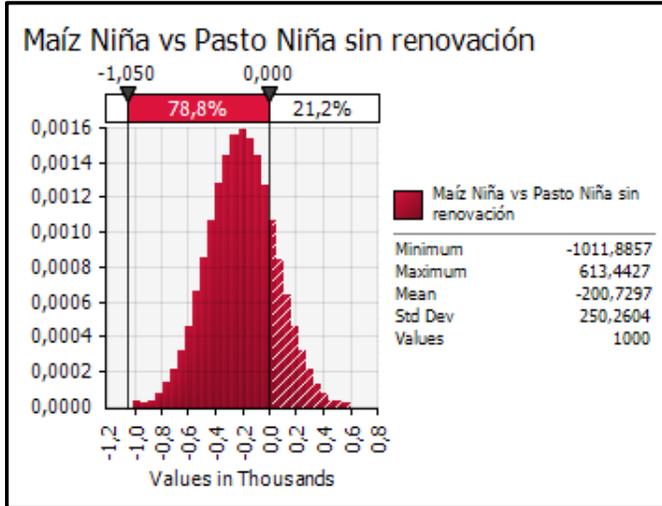
Summary Statistics for Maíz Niña vs Pasto Niño sin renovación			
Statistics		Percentile	
Minimum	-12054.3676	5%	-6732.071044
Maximum	13276.80135	10%	-5410.666944
Mean	-835.3854946	15%	-4538.774533
Std Dev	3575.239468	20%	-3840.237833
Variance	12782337.25	25%	-3254.910937
Skewness	0.02813408	30%	-2714.730255
Kurtosis	3.075185198	35%	-2216.755416
Median	-843.1009145	40%	-1745.304008
Mode	-254.2439764	45%	-1289.343607
Left X	-6732.071044	50%	-843.1009145
Left P	5%	55%	-394.3575847
Right X	5022.570777	60%	60.92476706
Right P	95%	65%	536.3525787
Diff X	11754.64182	70%	1029.273461
Diff P	90%	75%	1565.812109
#Errors	0	80%	2153.764703
Filter Min	Off	85%	2845.178124
Filter Max	Off	90%	3726.209277
#Filtered	0	95%	5022.570777



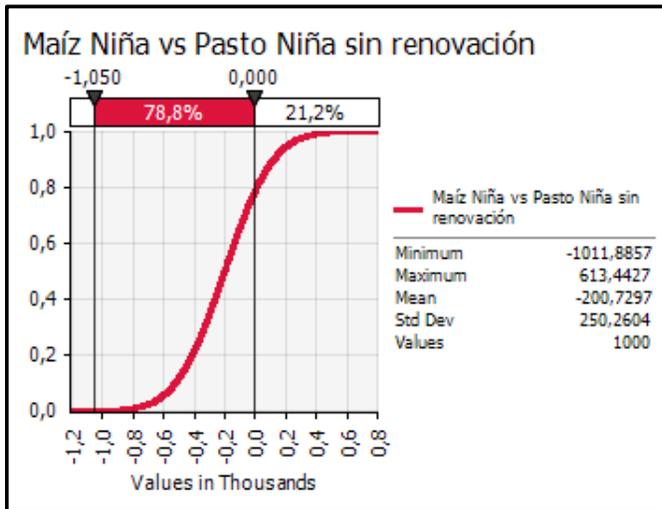
Regression and Rank Information for Maíz Niña vs Pasto Niño sin renovación			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Cambio debido a	1.000	1.000

## ANEXO 25

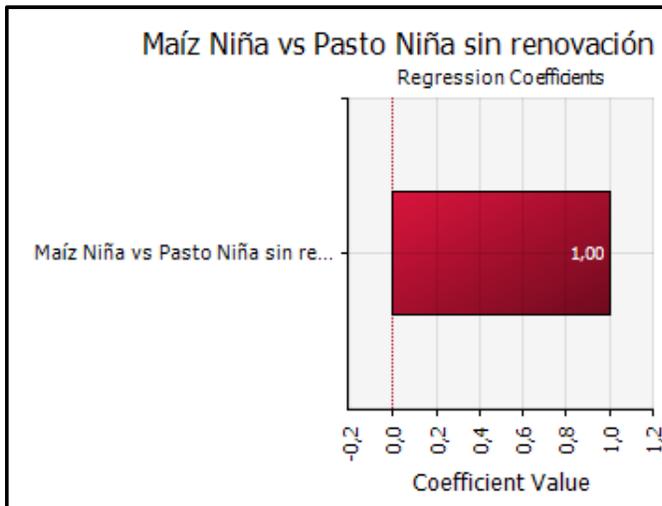
### MAÍZ NIÑA VS PASTO SIN RENOVAR NIÑA



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Maiz Niña vs Pasto Niña .x
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/14 21:46:33
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1694480809



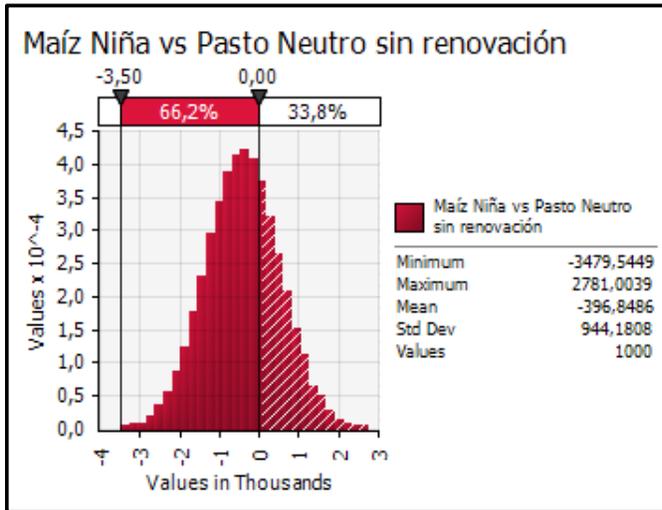
Summary Statistics for Maíz Niña vs Pasto Niña sin renovación			
Statistics		Percentile	
Minimum	-1011,885696	5%	-612,8476888
Maximum	613,4426982	10%	-522,3709433
Mean	-200,7297455	15%	-460,7637343
Std Dev	250,2603974	20%	-411,6288244
Variance	62630,26651	25%	-370,3054476
Skewness	-0,000187255	30%	-332,4677288
Kurtosis	2,97524337	35%	-297,6922803
Median	-200,8153203	40%	-264,7707105
Mode	-178,7490204	45%	-232,4245036
Left X	-612,8476888	50%	-200,8153203
Left P	5%	55%	-169,4468371
Right X	210,7043065	60%	-137,7747076
Right P	95%	65%	-104,5679845
Diff X	823,5519953	70%	-70,04894726
Diff P	90%	75%	-32,11885039
#Errors	0	80%	9,675111377
Filter Min	Off	85%	58,04790722
Filter Max	Off	90%	119,5477298
#Filtered	0	95%	210,7043065



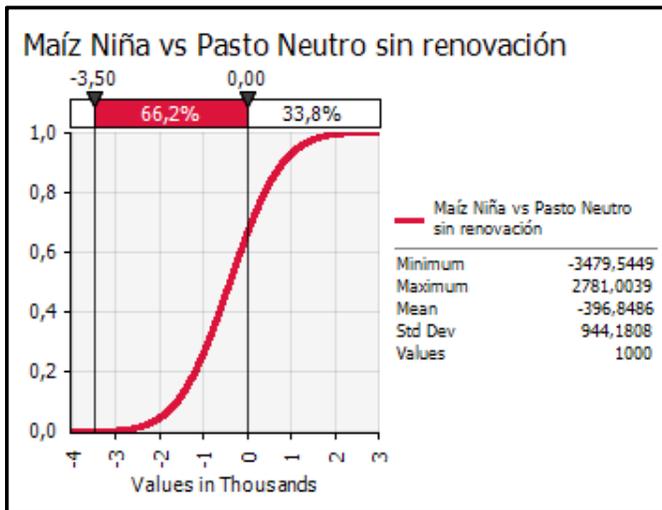
Regression and Rank Information for Maíz Niña vs Pasto Niña sin renovación			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Maíz Niña vs Pasto Niña sin renovación	1,000	1,000

## ANEXO 26

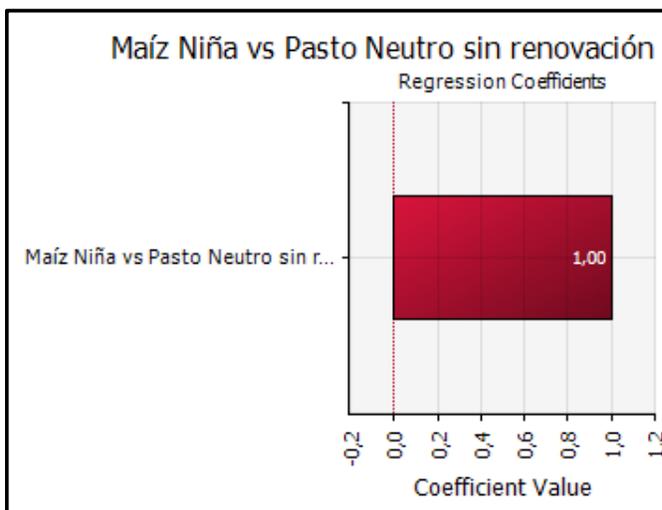
### MAÍZ NIÑA VS PASTO SIN RENOVAR NEUTRO



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Maíz Niña vs Pasto Neutro
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/14 21:49:16
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	767313820



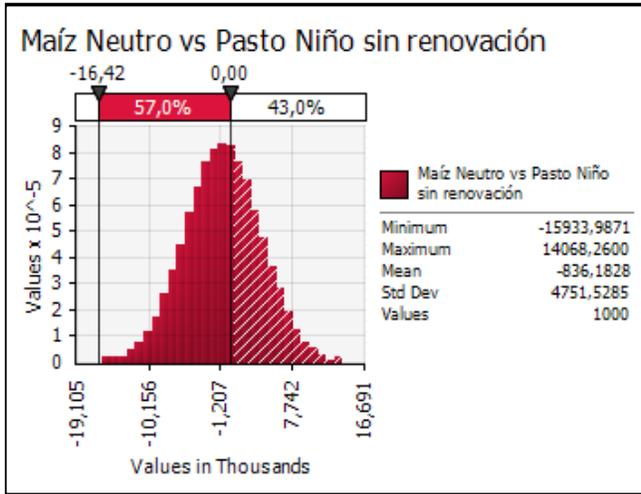
Summary Statistics for Maíz Niña vs Pasto Neutro			
Statistics		Percentile	
Minimum	-3479,544869	5%	-1955,084264
Maximum	2781,00393	10%	-1609,660946
Mean	-396,848612	15%	-1377,853931
Std Dev	944,1808444	20%	-1193,044734
Variance	891477,467	25%	-1035,704283
Skewness	0,004023611	30%	-892,6030338
Kurtosis	2,986258923	35%	-761,0134353
Median	-397,2968795	40%	-636,5357729
Mode	-361,5192643	45%	-516,9021738
Left X	-1955,084264	50%	-397,2968795
Left P	5%	55%	-280,3011739
Right X	1154,629003	60%	-160,1529188
Right P	95%	65%	-35,61462001
Diff X	3109,713267	70%	97,19186693
Diff P	90%	75%	237,6853281
#Errors	0	80%	396,847713
Filter Min	Off	85%	579,9926609
Filter Max	Off	90%	810,7989928
#Filtered	0	95%	1154,629003



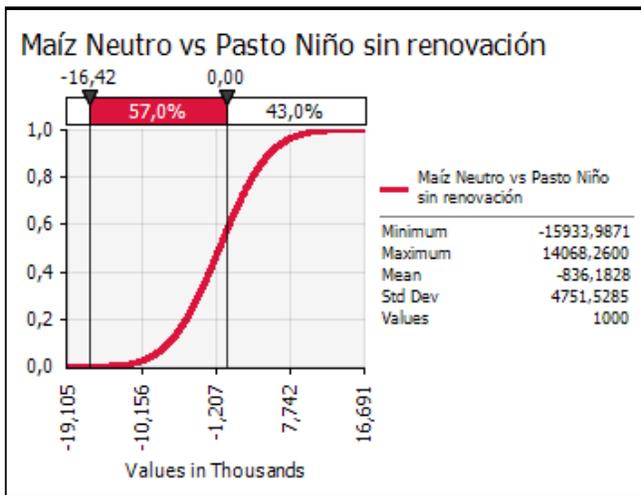
Regression and Rank Information for Maíz Niña vs			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Maíz Niña vs Past	1,000	1,000

## ANEXO 27

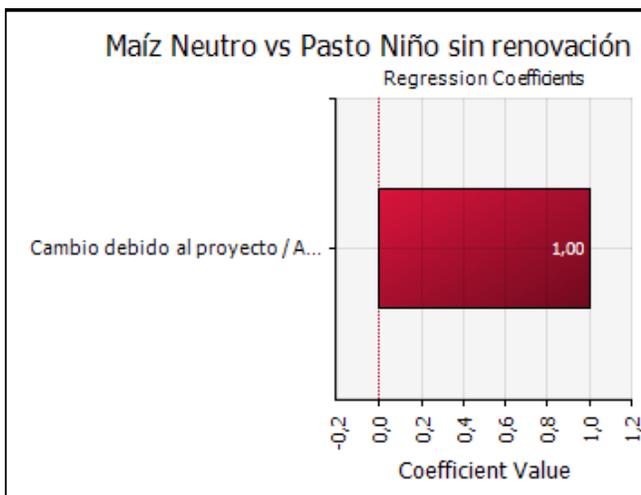
### MAÍZ NEUTRO VS PASTO SIN RENOVAR NIÑO



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Maíz Neutro vs Pasto
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/16/14 6:29:12
Simulation Duration	00:00:01
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1087016589



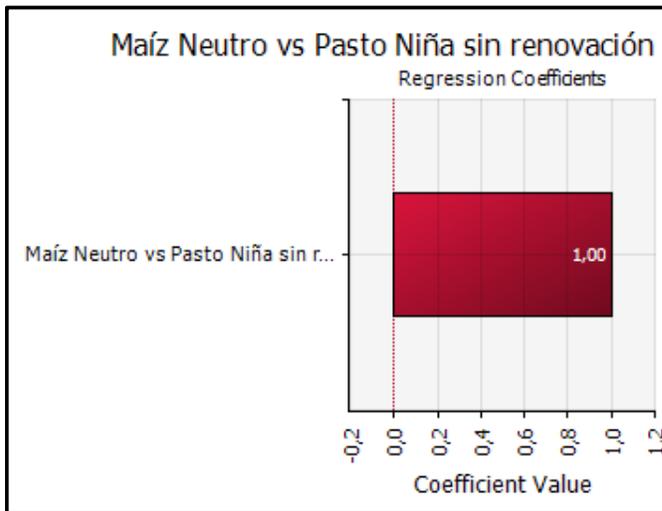
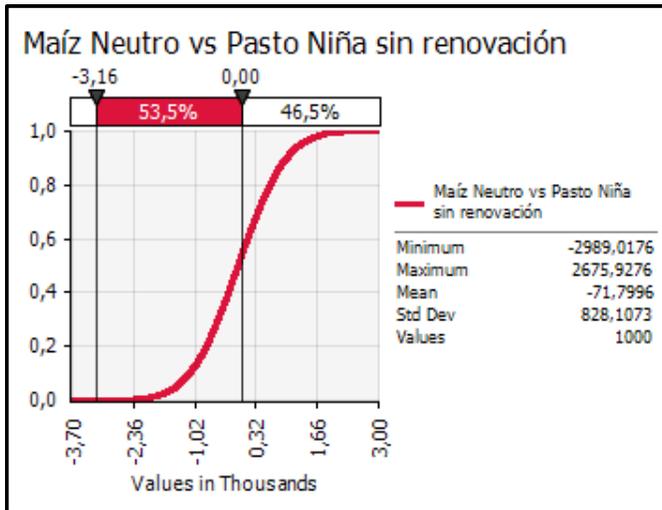
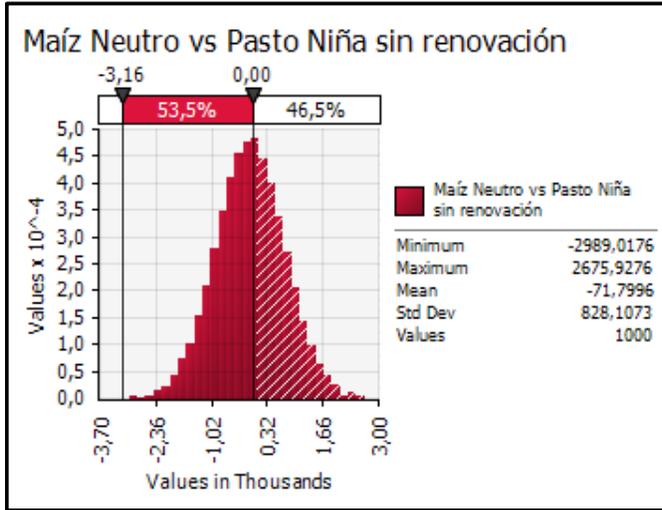
Summary Statistics for Maíz Neutro vs Pasto Niño			
Statistics		Percentile	
Minimum	-15933.98711	5%	-8685.244675
Maximum	14068.26003	10%	-6932.126461
Mean	-836.182837	15%	-5773.733738
Std Dev	4751.52849	20%	-4839.066624
Variance	22577022.99	25%	-4052.669469
Skewness	-0.002354597	30%	-3330.275091
Kurtosis	2.971212908	35%	-2669.257227
Median	-839.078674	40%	-2043.821957
Mode	307.6571506	45%	-1436.679839
Left X	-8685.244675	50%	-839.078674
Left P	5%	55%	-240.3109771
Right X	6970.910872	60%	357.5313864
Right P	95%	65%	994.9219658
Diff X	15656.15555	70%	1655.224324
Diff P	90%	75%	2358.041135
#Errors	0	80%	3157.248689
Filter Min	Off	85%	4073.130005
Filter Max	Off	90%	5246.092648
#Filtered	0	95%	6970.910872



Regression and Rank Information for Maíz Neutro			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Cambio debido a	1.000	1.000

## ANEXO 28

### MAÍZ NEUTRO VS PASTO SIN RENOVAR NIÑA



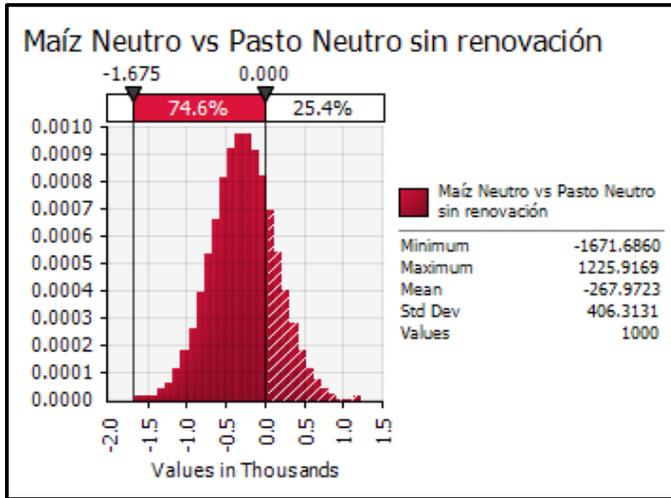
Simulation Summary Information	
Workbook Name	Maiz Niña vs Pasto Neutro
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	8
Number of Outputs	4
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/14 21:52:22
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	264314649

Summary Statistics for Maíz Neutro vs Pasto Niña			
Statistics		Percentile	
Minimum	-2989,017598	5%	-1434,858358
Maximum	2675,927598	10%	-1133,267595
Mean	-71,79957282	15%	-932,4826034
Std Dev	828,1072854	20%	-769,7676963
Variance	685761,6762	25%	-632,1220605
Skewness	-0,007217454	30%	-507,5827426
Kurtosis	3,013263389	35%	-391,9259164
Median	-73,41759542	40%	-283,0354512
Mode	-81,99115632	45%	-176,2304172
Left X	-1434,858358	50%	-73,41759542
Left P	5%	55%	31,77611947
Right X	1282,541857	60%	135,8770582
Right P	95%	65%	246,8475151
Diff X	2717,400214	70%	359,8758629
Diff P	90%	75%	484,4179666
#Errors	0	80%	623,2354859
Filter Min	Off	85%	783,7972945
Filter Max	Off	90%	984,7809875
#Filtered	0	95%	1282,541857

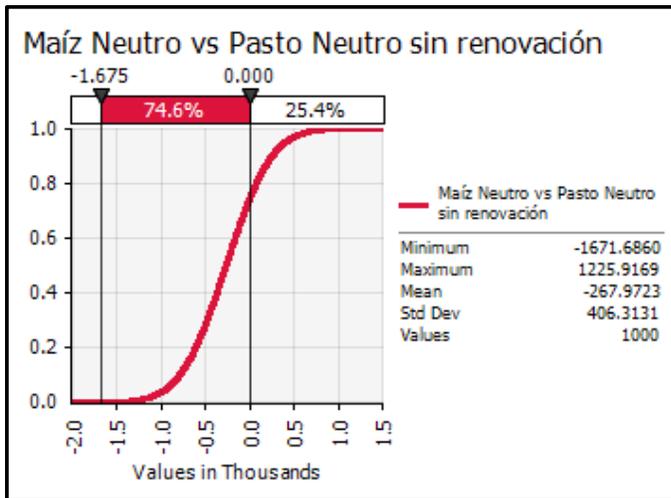
Regression and Rank Information for Maíz Neutro			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Maíz Neutro vs Pa	1,000	1,000

## ANEXO 29

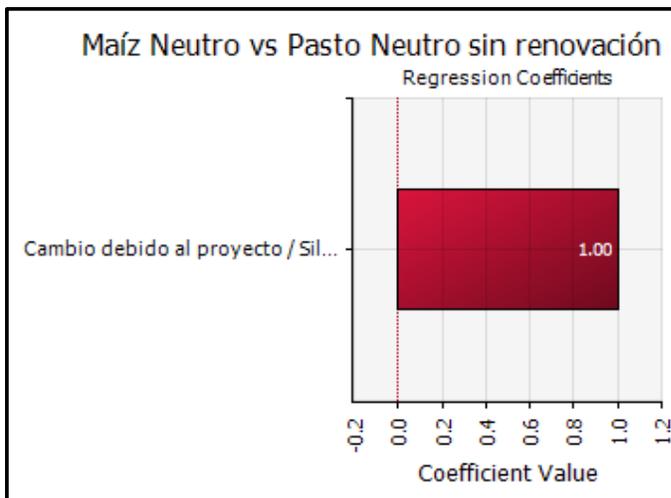
### MAÍZ NEUTRO VS PASTO SIN RENOVAR NEUTRO



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Maíz Niño vs Pasto Niña.xls
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	8
Number of Outputs	4
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	12/3/13 9:50:21
Simulation Duration	00:00:01
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	463546354



Summary Statistics for Maíz Neutro vs Pasto Neutro sin renovación			
Statistics		Percentile	
Minimum	-1671.686019	5%	-939.4017075
Maximum	1225.916943	10%	-789.6039816
Mean	-267.9722932	15%	-689.5539893
Std Dev	406.3130538	20%	-610.6805742
Variance	165090.2977	25%	-541.8077974
Skewness	0.007955772	30%	-481.080773
Kurtosis	3.039374282	35%	-425.2666327
Median	-269.0398295	40%	-371.1526267
Mode	-283.3734538	45%	-319.3577342
Left X	-939.4017075	50%	-269.0398295
Left P	5%	55%	-217.3009094
Right X	398.3859994	60%	-165.8088558
Right P	95%	65%	-112.6854057
Diff X	1337.787707	70%	-55.63418767
Diff P	90%	75%	4.768074689
#Errors	0	80%	72.48872154
Filter Min	Off	85%	150.9115972
Filter Max	Off	90%	250.0469245
#Filtered	0	95%	398.3859994



Regression and Rank Information for Maíz Neutro vs Pasto Neutro sin renovación			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Cambio debido a	1.000	1.000

## X. BIBLIOGRAFÍA

Arreaza, L. C. (2012). Recomendaciones generales para alimento de bovinos. *Recomendaciones generales de alimentación en épocas de crisis*. Bogotá, Colombia. Corpoica.

Arreaza, L., Amado, G.; Londoño, C.; Sánchez, L.; Ballesteros, D. & Herrera, J. (2012) Recomendaciones para la fabricación de ensilajes con cereales en climas fríos. *Ola invernal: Tecnologías para recuperar el sector Agropecuario*. Bogotá, Colombia. Corpoica.

Cardozo, et al. (2008). *Uso óptimo de insumos y modernas herramientas de costeo: estrategias para la competitividad de la lechería especializada del trópico alto colombiano*. Mosquera, Cundinamarca. Corpoica; Colciencias & Fedegan.

Cuesta, P. (2008). *Nuevas avenas para mejorar la competitividad de los sistemas de producción de leche de la sabana de Bogotá*. Mosquera, Cundinamarca. Corpoica.

Federación Colombiana de Ganaderos, Fedegán; Fondo Nacional del Ganado, FNG; Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA. (2013). *Costos modales en ganadería de leche trópico alto de Colombia: Ventana a la competitividad ganadera*. Bogotá Colombia. Estratégica Comunicaciones.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2013). Mapas de Precipitación y Temperatura. *Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales*.

Recuperado de:

<http://institucional.ideam.gov.co/jsp/loader.jsf?1Servicio=Publicaciones&1Tipo=publicaciones&1Funcion=loadContenidoPublicacion&id=377>

Montealegre, J. (2007). Modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia. *Instituto De Hidrologia, Meteorologia Y Estudios Ambientales, Ideam*.

National Weather Service NOAA (2013). Cold & warm episodes by season. Climate Prediction Center.

Recuperada de:

[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml)

Ozana de Melo, C. Henrique da Silva, G.; Tsuitsui, M. (2008) *Análise econômica da produção de frango de corte sob condições de risco no estado do Paraná*. Rio de Janeiro.

Palisade Corporation. (2009) Risk Analysis and Simulation Add-In for Microsoft Excel. *Guide to using @RISK*.

Sánchez, L.; Londoño, C.; Benavides, J.; Castillo, J. & Torres, D. (2013). *Recuperación de suelos y renovación de praderas en sistemas de producción de leche especializada de trópico alto*. Bogotá, Colombia. Corpoica.

Sánchez, L.; Londoño, C.; Castillo, J.; Torres, D. & Albarracín, L. (2012). Renovación de praderas degradadas en sistemas de producción lechera del trópico del alto colombiano. *Ola invernal: Tecnologías para recuperar el sector Agropecuario*. Bogotá, Colombia. Corpoica.