



Impacto económico de la sequía en el rendimiento del cultivo de soja (*Glycine max* L. Merrill) en dos Colonias del Distrito de Pedro Juan Caballero Artículo Completo

Fulgencio Welko Chaparro¹ (FCA - UNA)

Moisés Villalba González² (FCA - UNA) mvgonzal@gmail.com

Resumen:

El trabajo se realizó en las Colonia Fortuna Guazú y Colonia María Auxiliadora ambas ubicadas en el Distrito de Pedro Juan Caballero. El objetivo general fue analizar el impacto económico de la sequía en el rendimiento de la soja (*Glycine max* L. Merrill) en las colonias de Fortuna Guazú y María Auxiliadora. Los objetivos específicos fueron: conocer el ciclo del cultivo de la soja sembrada; analizar los atributos de la variedad sembrada; estimar los costos por hectárea en la producción de soja; estimar el rendimiento por hectárea en la producción de soja; estimar el ingreso neto por hectárea en la producción de soja; verificar la incidencia de lluvias durante la etapa de plantación; estimar el impacto económico de la sequía en el rendimiento del rubro soja en ambas colonias. El ciclo utilizado para la zafra varía de acuerdo al grupo de maduración de las variedades que va de precoz (hasta 115 días), semi-precoz (De 116 a 125 días), medio (De 126 a 137 días) y tardío (De 138 a 150 días). La mayoría de los productores utilizaron la variedad BMX Potencia RR que posee un ciclo de maduración de 125 días. El costo de producción por hectárea para ambas Colonias varió de U\$S 408,06 a U\$S 656,37 y de U\$S 576,5 a U\$S 660,7, para las colonias Fortuna Guazú y María Auxiliadora respectivamente. El ingreso neto por hectárea para ambas Colonia fue de U\$S 26,12 a U\$S 508,5 y de U\$S -2,57 a U\$S 946,7 respectivamente. La incidencia de la lluvia durante la zafra fue de 654 mm para la Colonia Fortuna Guazú y de 860,9 mm para la Colonia María Auxiliadora. El impacto económico en la producción con el efecto de la sequía equivale a una disminución de 8,76 bolsas/ha, lo que representa una pérdida de 576 kg/ha de soja.

Palabra clave: Soja, rendimiento, sequía, impacto económico

1 Introducción

1.1 Problema

El Distrito de Pedro Juan Caballero posee varias comunidades de productores que se dedican a la agricultura familiar campesina (AFC) siendo su producción de sustento familiar y de renta proveniente de los cultivos de mandioca, maíz, habilla, sésamo, algodón y otros de producción animal, y en algunas Colonias algunos cultivan la soja. La caracterización de la Agricultura Familiar, es aquella cuya actividad productiva agropecuaria se realiza utilizando primariamente la fuerza de trabajo de la familia para la producción de una finca (MAG, 2010). Estos productores al igual que tantos otros están expuestos al efecto de los factores adversos a toda actividad agrícola relacionados al ataque de plagas y enfermedades y a la inclemencia del clima, siendo que en muchas ocasiones el impacto de los mismos produce disminución en la producción y por ende pérdidas considerables. En ese sentido el presente

¹ Doctor en Ciencias Ambientales por la Universidad Gran Asunción - UNIGRAN, Master en Recursos Naturales y Gestión Ambiental del Territorio por la Universidad Nacional de Asunción Facultad de Ciencias Agrarias UNA-FCA, Filial Pedro Juan Caballero.

² Doctor en Economía Aplicada y Master en Economía Aplicada, por la Escuela Superior Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidad de São Paulo, Piracicaba – Brasil. Coordinador de la Carrera de Licenciatura en Administración Agropecuaria. Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencia Agrarias, Filial Pedro Juan Caballero



trabajo enfoca los problemas técnicos y económicos referentes al impacto de la sequía y analiza el caso relacionado de dos comunidades rurales de Pedro Juan Caballero durante la zafra agrícola 2011/2012, estas poblaciones objeto de estudio cultivaron soja como producción mercantil para complementar y/o aumentar los ingresos netos de la familia. Estos productores manifestaron conocer que la disminución de la frecuencia de las lluvias afecta y afectó negativamente la producción agrícola de los cultivos, provocando una disminución del rendimiento por hectárea de los mismos y por ende disminuyendo sus ingresos económicos familiares correspondientes, pero como ocurre frecuentemente para tales lugares se desconoce fehacientemente la magnitud de este impacto que ciertamente produce pérdidas importantes. Así el presente trabajo permitió realizar una estimación del impacto económico de la sequía en la producción de soja a los efectos de propiciar la obtención de información útil como insumo para una discusión sobre su importancia y las posibles soluciones al caso.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Analizar el impacto económico de la sequía en el rendimiento de la soja (*Glycine max* L. Merrill) en las colonias de Fortuna Guazú y María Auxiliadora del Distrito de Pedro Juan Caballero.

1.3.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos propuestos para la siguiente investigación fueron los siguientes: Conocer el ciclo del cultivo de la soja sembrada; Conocer los atributos de la variedad sembrada; Estimar los costos por hectárea en la producción correspondiente; Verificar la incidencia de lluvias durante el ciclo de producción; Estimar el impacto económico de la sequía relacionado al rendimiento del cultivo resultante del proceso.

2. Revisión de literatura

2.1 Conceptos de sequía

La sequia es la falta del recurso natural que es el agua en un período de tiempo en un determinado espacio geográfico, impidiendo el crecimiento vegetativo normal de la planta ocasionando daños en la salud y en la economía de la población humana.

Según la UGR/MAG, (2009) la sequia se considera como tal, la ausencia de lluvias suficientes en cultivo ya arraigados y que reduzcan la disponibilidad de agua del suelo produciendo pérdidas o disminución en el rendimiento del cultivo. Se presenta cuando la cantidad de precipitación y su distribución, las reservas en agua del suelo y las pérdidas debidas a la evaporación se combinan para causar disminuciones del rendimiento de los cultivos y del ganado. No es lo mismo aridez que sequía. La primera es una condición permanente del clima (poca lluvia), la sequía, sin embargo, es parte de la variabilidad climática. Para la FAO, (2012), la sequía es usualmente causada por la falta de lluvias en una región, y mientras en algunos casos puede tener que ver con el ciclo común de los eventos (es decir, en zonas que son proclives a la sequía), en otros puede suceder de manera inesperada.

La sequia consiste en una precipitación anormalmente baja con relación a la media esperada en la zona estudiada (Porta *et al.*, 1994) y para determinar su presencia, es preciso recurrir a un examen de la precipitación puntual o espacial. En un sentido estricto la sequía agrícola se produce cuando el contenido de humedad del suelo es insuficiente para atender a las demandas hídricas de la vegetación y/o de los cultivos, lo cual dependerá también del tipo de



planta, fase de desarrollo, tipo de suelo y demanda evaporativa (Castillo y Castellví Sentis, 2001). Siguiendo con el mismo autor la planta solo sobrevive y produce con la humedad retenida en el suelo de los meses de lluvia. Las sequías pueden considerarse como un fenómeno aleatorio, asociado a normalidades meteorológicas que pueden explicarse en términos de fuerzas y situaciones de bloqueo que dan lugar a ciertos tipos anómalos de circulación (López, 2006).

2.4 Aspectos que favorecen la sequía

El hombre a través de algunas prácticas contribuye a hacer más agudos los impactos de los factores que producen la sequía. Se destacan aquellas prácticas que disminuyen la capacidad de retención de humedad del suelo o que propician la erosión, tales como; destrucción de la materia orgánica por medio de quema de rastrojos, abuso en el uso de la fertilización química, monocultivo, quema no controlada de pastizales, barbecho en épocas de escasa precipitación, desempiedre en terrenos con pendiente, agricultura en terrenos inapropiados, abuso en el uso del agua (Bernal 2001).

2.5 Impacto de la sequía en la producción de soja en el Departamento de Amambay

En el Departamento de Amambay según levantamientos técnicos de campo se ha demostrado que hubo una disminución de la cosecha en el rendimiento por hectáreas registrándose pérdidas de 40% a 50% en la plantación de soja y comprometiendo las obligaciones contraídas a nivel internacional por el efecto del fenómeno “La niña” causando la falta de agua que en la primera etapa del cultivo tuvo un estrés hídrico dificultando su etapa fenológica. Dicha situación ha provocado una considerable disminución de la producción en toneladas de 7.128.364 en el año 2011 a 4.357.178 en el año 2012 según estimativa de la CAPECO (2012), afectando considerablemente la economía de los grandes productores y consecuentemente al Paraguay en los compromisos de exportación de la oleaginosa.

Según monitoreo técnicos en las distintas colonias que posee el Distrito de Pedro Juan Caballero, se elaboró un informe de que el fenómeno de sequía relacionado a la “La niña” impacto en un porcentaje diferente de una localidad a otra en la producción de su agricultura comercial y/o familiar siendo el más afectado el cultivo de renta como la soja en comparación a otros rubros como mandioca, maíz, frutales y ganado menores³.

2.7 Posibles soluciones técnicas y económicas a la sequía

El crédito agropecuario es un instrumento importante que suministra a los agricultores de los recursos financieros necesarios para mejorar su actividad. El destino de los recursos puede ser utilizado para la compra de insumos, pago de mano de obra, inversiones en instalaciones, maquinaria o equipo. A través del crédito agropecuario se facilita la transferencia de recursos al sector y funciona como un mecanismo a través del cual se incrementa la producción. Además los agricultores podrían reducir las pérdidas potenciales del cambio climático incrementando los rendimientos agrícolas en las regiones más afectadas, mediante la aplicación de medidas de adaptación relacionadas con mejores prácticas agrícolas, como por ejemplo; adaptar las fechas de siembra a los nuevos ciclos climáticos, es decir, elegir el momento oportuno de siembra para que las plantas se desarrollen adecuadamente; tomando en cuenta la época de lluvias y los meses de mayor calor para respetar cada una de las etapas de crecimiento de las plantas; practicar la rotación de cultivos y seleccionar las variedades que se

³ Conversación personal con técnicos de la Dirección de Extensión Agraria de la zona Amambay.



adapten a las nuevas condiciones climáticas; considerar las condiciones agroecológicas de la región para adoptar los cultivos más adecuados y disminuir el riesgo de pérdida de cosechas y reducir los costos; utilizar tecnologías que permitan el uso eficiente de los recursos hídricos, además de implementar medidas de conservación y manejo de suelos, con el fin de contribuir a disminuir el deterioro ambiental; realizar inversiones en sistemas eficientes y económicos de riego, para prevenir los efectos de la reducción en la precipitación. Los sistemas de riego deben ser congruentes con la disponibilidad de los recursos hídricos; utilizar fertilizantes o abono orgánico, entre otras técnicas (cultivos de cobertura, agroforestería) para mejorar la productividad del suelo, estas técnicas deben de ser económicas y de fácil manejo, con el fin de que los agricultores pobres puedan implementarlas (Ramírez *et al*, 2010; MAG, 2010).

3. Metodología

3.1 Localización de la investigación

La investigación fue realizada en las colonias Fortuna Guazú ubicada entre las coordenadas 22° 42' 9.01'' de latitud Sur y 55° 44' 33.25'' de longitud Oeste (ver Anexo Figura 1) y María Auxiliadora ubicada entre las coordenadas 22° 38' 02.07'' de latitud Sur y 56° 04' 03.94'' de longitud Oeste, a 22 km de la ciudad de Pedro Juan Caballero, se compone de 2.000⁴ habitantes entre hombres y mujeres compuestas de 3 a 4 miembros por familia, la mayoría son propietarios y viven en su parcela de tierra de 5 a 10 hectáreas. Son productores que cultivan soja, mandioca, maíz, poroto, habilla, maní, sésamo, trigo y crían pequeños animales como gallinas y cerdos además de bovinos de doble propósitos y otros son hortigranjeros en una superficie de 700 hectáreas, siendo la característica del suelo rojo arenoso, y en cuanto al clima en el verano la temperatura ronda los 35°C y en el invierno promediando los 1°C. Las características topográficas de la colonia son plano y ligeramente ondulado delimitada por el Arroyo Y'ambue y el Rio Ypane. La Colonia posee un camino vecinal enripiado, servicio de red de energía eléctrica (ANDE), sistema de distribución de agua con manguera en el perímetro más poblado, pozo artesiano, escuela, iglesia, comisaria, comunicación vía celular y servicio de internet. En la Colonia existe una junta de desarrollo llamada María Auxiliadora (JUNDEMAR) y es auspiciada por la ONG (Organización No Gubernamental) denominada Acom (Acción comunitaria), esta comisión se encarga de la parte organizativa para la elección de los cultivos y su asistencia en insumos y también la comercialización de los productos, la comisión se reúne mensualmente para tratar las diferentes temas como; educación, cultura, economía, seguridad, entre otros para poder recibir una capacitación integral de los asociados de esta ONG. Los productores realizan sus ventas a empresas particulares en Pedro Juan Caballero. Los productos como la soja para la venta son canalizados a través de la JUNDEMAR a empresas graneleras instaladas en el Distrito. Mientras la colonia María Auxiliadora distante a 35 km de la ciudad de Pedro Juan Caballero se compone aproximadamente de 250 habitantes en una superficie de 3.000 hectáreas. Esta Colonia tiene servicio de red de energía eléctrica (ANDE), sistema de distribución de agua con manguera proveído por la Asociación de Productores Cerro Cora y por la Junta Comunal de vecinos, posee pozo artesiano, escuela, iglesia, comisaria, comunicación vía celular y servicio de internet.

3.2 Población de unidades y variables de medición

3.2.1 Población

⁴ Datos proporcionados por la Secretaria de Agricultura del XIII Departamento de Amambay.



La población estudiada estuvo compuesta por los colonos dedicados al cultivo de rubros agrícolas del Distrito de Pedro Juan Caballero. En ambas Colonias los agricultores son poseedores de 1 a 10 ha, se dedican al cultivo de renta y de sustento familiar cultivando mandioca, maíz, habilla, poroto, sésamo y otros se dedican a la horticultras con plantaciones de tomate, pimiento, lechuga y la fruticultura como limón, naranja, piña, banana.

La muestra fue compuesta por ocho pequeños productores de la Colonia Fortuna Guazú y ocho pequeños productores de la Colonia María Auxiliadora, que juntos totalizan 16 productores, los cuales fueron beneficiados por un proyecto de ayuda comunitaria administrada por la ONG Acom en la implementación del rubro soja con el objeto de obtener un aumento en su ingreso económico. Esta ONG Acom asiste a los productores proveyendo insumos, tecnologías y asistencia técnica para el cultivo de la soja que se realizo en la zafra agrícola 2011/2012.

3.2.2 Variables

Las variables para la presente investigación basadas en los objetivos de la investigación fueron las siguientes:

- V₁.** Ciclo del cultivo: Se refiere al ciclo del cultivo de la soja cultivada en los lugares citados;
- V₂.** Atributos: Se relaciona a las particularidades y característica de la semilla de soja utilizada;
- V₃.** Costo de producción: Se refiere al costo de producción incurrido para la obtención del rendimiento correspondiente;
- V₄.** Rendimiento: Es el volumen de producción de granos cosechados expresados en bolsas de 60 kilos por hectárea;
- V₅.** Ingreso neto: Es la diferencia entre el costo de producción incurrido y el ingreso bruto obtenido por la venta del producto correspondiente;
- V₅.** Incidencia de lluvias: Se refiere a la sequía que afectó durante la implementación del cultivo;
- V₅.** Impacto económico: se refiere al impacto económico relacionada a la sequía que afecta el rendimiento del cultivo resultante del proceso.

3.3 Diseño para la recolección de datos

Se procedió a la utilización de planillas y registros para la clasificación y análisis de los costos de producción, rendimiento y frecuencia de lluvias ocurridas durante el periodo de producción de la soja durante la zafra agrícola 2011/2012. A través de estos registros se supo asentar datos cuantitativos y datos cualitativos a los efectos de proveer informaciones pertinentes para el análisis y la provisión de resultados confiables.

3.4 Descripción del proceso de recolección de datos

La investigación fue de carácter descriptivo y de corte transversal. Los datos fueron recolectados por medio de los registros correspondientes utilizando datos de una ONG Acom y a través de visitas a dichos lugares de producción de soja en la finca de cada productor de las Colonias Fortuna Guazú y María Auxiliadora. También se efectuaron visitas a la estación meteorológica del Ministerio de Agricultura y Ganadería y del Aeropuerto Gral. Roberto



Fuster de la Ciudad de Pedro Juan Caballero a los efectos de obtener datos de la frecuencia de lluvias en la época o ciclo del cultivo.

3.6 Métodos de control de calidad de los datos

En esta investigación se tuvo especial cuidado al recabar los datos pertinentes de campo observando una caligrafía legible escrita con bolígrafos a tinta, se evitó la existencia de ítems sin responder o en blanco, los datos fueron archivados en formato impreso y formato digital en computadoras, disco externo de emergencia y utilizando los servicios de internet correspondiente. Además para la correspondiente aplicación del modelo econométrico presentado más adelante, que intentó captar el efecto/impacto de la sequía correspondiente, se excluyó una observación relacionada al productor K, ya que el mismo obtuvo un ingreso neto negativo en la Colonia María Auxiliadora, considerando que tal resultado pudo haber ocurrido debido a otros factores como uso anterior de suelo o habilitación de un área totalmente marginal para la agricultura u otros manejos, hechos que no corresponden a los objetivos de la presente investigación, procediéndose a excluir tales datos del análisis por afectar directamente el resultado final de las estimaciones siguiendo lo recomendado por Gujarati (2004).

3.7 Modelo de análisis e interpretación

Los resultados de la investigación se presentan utilizando gráficos y tablas en frecuencia absoluta y relativa. La agregación de datos se realizó mediante la estimación del costo producción por hectárea, el rendimiento, el ingreso neto correspondientes conforme Guerra, (1992). Luego para el análisis del impacto económico se ajustó un modelo econométrico realizando una regresión correspondiente. De este modo, basado en Gujarati (2004), se utilizó el siguiente modelo econométrico ANCOVA⁵ (Análisis de covarianza):

$$Y_{i1} = \beta_1 + \beta_2 D_{i2} + \beta_3 X_{i3} + u_i$$

En donde

Y_{i1} = Rendimiento del cultivo de soja i en bolsas por hectárea;

D_{i1} = Es la ocurrencia de sequía, 1= Con ocurrencia y 0 = Sin ocurrencia;

X_{i2} = Es el ingreso neto del cultivo de soja i en dólares por hectárea;

β_1 y β_2 = Son los coeficientes respectivos;

u_i = Es el error correspondiente.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Atributos de la variedad sembrada

La variedad de soja utilizada en la zafra 2011/2012 por los pequeños agricultores, fue de ciclo corto de 116 a 125 días de maduración, sembrado el 10 de octubre, específicamente en la primera quincena según los mismos. Esta variedad de BMX detallada en la Tabla 5 posee un mejor rendimiento en kilos/ha debido al tamaño del grano, que hace la diferencia con relación a las otras variedades utilizadas y tuvo un buen comportamiento ante un estrés hídrico corto

⁵ Los modelos ANCOVA se constituyen en una generalización de aquellos modelos conocidos como ANOVA (Análisis de varianza) presentando una mezcla de variables cualitativas y cuantitativas en su estructura con todas las presuposiciones inherentes al método de mínimos cuadrados ordinarios.



en la etapa del desarrollo fenológico, los agricultores se sintieron satisfechos con la variedad sembradas a pesar de la falta de humedad y la poca cantidad de lluvia en el mes de la floración, formación de vainas, y llenado de los granos, y según los productores y técnicos que monitorearon las áreas de cultivos, se tuvo un año de sequía corto que afecto al rendimiento respectivo.

Los cultivos de la primera quincena de octubre no tuvieron problemas con el clima, la cantidad de agua de lluvia fue suficiente para la Siembra, pero ya en su etapa de crecimiento o desarrollo fenológico tuvo déficit de agua, es decir en plena floración y maduración de granos tuvo una disminución considerable de agua de lluvias provocando el stress en la planta y con la consecuente caídas de flores, y así disminuyendo las cantidades de vainas y con pocos granos en la mismas que hace los rindes bajar a 23% menos de los esperado por hectáreas kilos que llego a 2.421 kilos por hectáreas con la incidencia de la sequía para la Colonia Fortuna Guazú y para la Colonia María Auxiliadora el promedio llego 1.581 kilos por hectáreas. Los productores obtuvieron resultados diferente e ingreso económico en ambas Colonias debido a la falta de estrategias para manejar los fenómenos del clima llamado “La Niña” o el “El Niño”, la falta de previsión trae consecuencia a veces de sequias o abundantes lluvias dañando su cultivo y ocasionado una productividad menor de la soja, a pesar de tener registro de lluvias de los últimos diez años anteriores, que podrían ser aprovechados para una mejor decisión a la hora de decidir el comienzo de las labores agrícolas de su localidad.

4.2 Resultado económico del cultivo de la soja zafra 2011/2012

En la Tabla 1 se observa un resumen del resultado económico para cada productor. En cuanto a los rendimientos algunos productores se destacan por obtener un alto rendimiento en bolsas por hectárea y otros que obtuvieron un rendimiento bajo, llegando a presentar valores negativos. En la Colonia Fortuna Guazú se observa que algunos productores obtuvieron rendimientos mayores y consecuentemente ingresos netos superiores en relación a los demás productores que obtuvieron resultados inferiores. En la Colonia María Auxiliadora se muestra que algunos productores también obtuvieron rendimientos mayores y consecuentemente ingresos netos superiores en relación a los demás productores y llama la atención de entre los resultados que pueden considerarse inferiores un caso con valor negativo. Estos resultados pueden relacionarse a las dificultades para obtener una cosecha uniforme debido a la influencia edafológica y climáticas en cuanto a las necesidades de la soja según Ramírez et al (2010).

En Paraguay la campaña agrícola 2011/2012 tuvo una influencia climática denominada la niña que afecto el rendimiento del cultivo de la soja en la región oriental tuvo un promedio general de 1.473 kg/ha mientras en la campaña agrícola 2010/2011 se tuvo un rendimiento de 2.917 kg/ha en esta zafra no se tuvo influencia climática negativa hubo una diferencia de -49,5% en el rendimiento a nivel país comparando ambas zafras.

Este resultado muestra la consecuencia del efecto de una sequía en el mes de Diciembre, debido a un fenómeno llamado “La niña”, que trajo una sequía corta de 40 días y produjo en la planta un estrés hídrico ya que la planta necesita de 150 a 170 mm (Castillo y Castellví Sentis, 2001) de agua para su total desarrollo fisiológico, durante esta etapa de desarrollo tuvo una precipitación de 60 mm dificultando el normal crecimiento para completar su desarrollo fenológico.



Estos productores de la Asociación de Productores Cerro Corá que tuvieron mayor rendimiento kilogramo/hectáreas produjeron debido a la elección de las variedades de semilla, las diferencias de días en el cultivo, las condiciones de suelo y el microclima local que influyo positivamente en su cultivo obteniendo un resultado económico eficiente. Mientras que en la JUNDEMAR el cultivo tuvo menor cantidad de precipitación e incidió en el cultivo, pero debido al manejo de suelo de algunos productores lograron que el efecto del estrés hídrico sea menor en sus cultivos.

Analizando los resultados de producción y relacionando la misma con los mayores y menores rendimientos encontramos que hubo una merma de una misma Colonia del 64,3% y 50,6% respectivamente. Estos resultados nos indican que el manejo del suelo, la densidad de la siembra y el microclima pueden ser los factores que actúan sobre los rendimientos en cada finca.

Tabla 1. Resultado económico del cultivo de la soja zafra 2011/2012

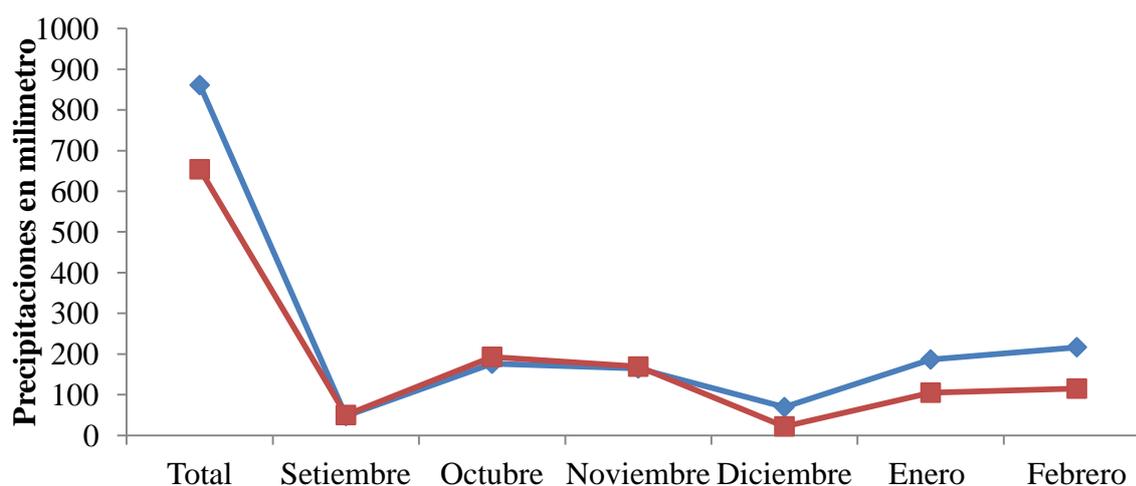
Productores								
Colonia Fortuna Guazú								
I. N (ha)	A	B	C	D	E	F	G	H
R (Bolsa/Ha)	27,43	27,25	21,04	22,60	32,68	36,7	18,1	25
Pv (U\$S/bolsa)	26,8	26,8	26,8	26,8	26,8	26,8	27,3	27,3
I.B (U\$S/ha)	735,3	730,3	564,1	605,7	875,9	985,3	496,7	682,5
I.N (U\$S/ha)	182,2	169,4	49,06	90,92	467,8	508,5	37,2	26,12
Colonia María Auxiliadora								
	I	J	K	L	M	N	O	P
R (Bolsa/Ha)	45,4	34,2	21,4	34,4	34,2	43,5	49,9	59,9
Pv (U\$S/bolsa)	26,8	26,8	26,8	26,8	26,8	26,8	26,8	26,8
I.B (U\$S/ha)	1218,	917,2	573,9	922,5	916	1.165	1.335	1607,5
I.N (U\$S/ha)	639,4	263,3	-2,57	248,1	314	431,6	684,1	946,7

R: Rendimiento; **Pv:** Precio de venta; **I.B:** Ingreso Bruto; **I.N:** Ingreso Neto.

Fuente: Elaborados por los autores, 2012.

4.5 Incidencia de lluvias durante el ciclo del cultivo en las dos Colonias

El estrés hídrico fue después de los 40 días, etapa esta que fue a finales del mes de noviembre y diciembre como se observa en la Figura 1, ocurriendo lluvias abundantes en la primera etapa de plantación y una disminución durante los meses de estado de desarrollo fenológico que se relaciona a los primeros 45 días después de la siembra, en donde la planta necesita de temperatura, humedad y agua óptima para completar su ciclo reproductivo, floración, carga de vaina y maduración. En ambas Colonias del Distrito de Pedro Juan Caballero el comportamiento de la secuencia de lluvias muestra abundante precipitación pero ocurrió el fenómeno de la sequía corta que afectó a la producción en dichas Colonias. Durante la zafra agrícola se tuvo una precipitación total de 654 mm en la Colonia Fortuna Guazú y una precipitación de 860,9 mm en la Colonia María Auxiliadora. Según el Climograma de estas localidades estudiadas se constata la disminución de la cantidad de agua de lluvia en el mes de diciembre ocasión en que se produjo una sequía corta que duró 35 días (Ver Figura 5 y 6 Anexo 1) y en toda la región Oriental y parte del bajo Chaco Paraguayo. Siendo este fenómeno de sequía causante de la pérdida de rendimiento en los granos de los cultivos del Paraguay. Recordando que el cultivo de la soja necesita una precipitación mensual de 130 a 170 mm para asimilar la humedad requerida para su desarrollo y una temperatura de 8°C al comienzo de la plantación y 35°C en la etapa de maduración (Toledo, 2010).



Incidencia de la lluvia en la zafra agrícola 2011/2012

—◆— María Auxiliadora —■— Fortuna Guazú

Figura 1. Frecuencias de lluvias durante la zafra agrícola 2011/2012

Fuente: Aeropuerto de Pedro Juan Caballero (2012) y registros de Quirino Haas (agricultor).

4.6 Resultados del modelo econométrico

En la Tabla 2, se observa que el valor estimado del test F igual a 101,89 es significativo al 1% de probabilidad, lo que representa que la ecuación correspondiente posee robustez y poder explicativo.

Al verificar la estadística t de cada uno de los coeficientes se observa que los mismos son altamente significativos, indicando la constante que en promedio la cantidad de bolsas por hectárea de granos de soja producido sin efecto de la sequía es igual a 29,27 bolsas lo que



equivale a 1756,2 kilos por hectárea; el coeficiente de la variable ocurrencia de sequía con signo negativo indica una relación inversa, es decir, con la ocurrencia de sequía la producción disminuye en promedio 8,76 bolsas por hectárea lo que equivale a aproximadamente a una pérdida de 525,6 kilos por hectárea; el coeficiente de la variable ingreso neto con signo positivo indica que conforme aumenta el ingreso neto en un dólar americano por hectárea, el rendimiento en bolsas aumenta aproximadamente en 0,03 unidades, igual aproximadamente a 1,8 kilos por hectárea.

Tabla 2. Estimativas del modelo econométrico ANCOVA

Variable	Coeficiente	Desvío padrón	Estadística t
Constante	29,27	2,1945	13,34 ***
Ocurrencia de sequía	- 8,76	1,9539	- 4,48 ***
Ingreso Neto	0,0306	0,0037	8,24 ***
Numero de observaciones	15		
F	101,89***		
Coeficiente R ²	0,9493		

***Significativo al 1%

Según Grondona *et al*, (1997) los efectos de los cambios climáticos en rendimientos de la soja constituyen un importante paso para la comprensión de los efectos del clima en la agricultura, sin embargo esta información no resulta suficiente para realizar una estimación de los impactos económicos. Los resultados económicos, si bien son afectados por la producción por hectárea, deben cuantificarse considerando los modelos productivos utilizados, los cuales - además de la variabilidad climática- toman en cuenta la interacción de los precios de insumos y de productos, acompañados de estimaciones de costos e ingresos, como los realizados en el presente trabajo. Siguiendo lo expresado por los mismos autores, la racionalidad económica sugiere que si los cambios climáticos son en alguna medida previsibles o su ocurrencia resulta sistemática (como en el caso de los ciclos) deberían generarse respuestas consistentes, las que se verificarán en la adopción de distintos modelos productivos. Los productores pueden entonces a lo largo del tiempo ajustar, en alguna medida, sus prácticas para compensar así los efectos del cambio climático.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusión

Conocidos los resultados del cultivo de la soja en la zafra 2011/2012, se puede afirmar que las variaciones de cantidades de lluvias ocurridas de una colonia a otra afectaron la capacidad productiva de la planta de soja, siendo dicho fenómeno un riesgo inherente aparentemente fuera de control que el productor debe tratar de contrarrestar con la información del ciclo de los cultivos, las variedades de semillas y prever los cambios meteorológicos utilizando la



información disponible de los organismos oficiales debido a que la sequía produce daños y pérdida en diferentes ciclos fenológicos de la soja.

Los productores cultivaron una variedad semi-precoz, cuya maduración fisiológica va de 116 a 125 días, en este grupo pueden incluirse los siguientes: BMX Potencia RR, BMX Impacto RR, BMX Força RR, NA 5009 RG, NS 3215 y otros.

El costo de producción por hectárea para ambas Colonias varía de U\$S 408,06 a U\$S 656,37 y de U\$S 576,5 a U\$S 660,7. El ingreso neto por hectáreas para ambas Colonias fue de U\$S 26,12 a U\$S 508,5 y de U\$S -2,57 a U\$S 946,7, respectivamente.

La incidencia de la lluvia durante la zafra fue de 654 mm para la Colonia Fortuna Guazú y de 860,9 mm para la Colonia María Auxiliadora. El impacto económico en la producción con el efecto de la sequía equivale a una disminución de 8,76 bolsas por hectárea lo que equivale a aproximadamente a una pérdida de 525,6 kilos por hectárea.

Todos los productores pudieron aumentar sus ingresos gracias al cultivo de la soja, a acepción de un productor que obtuvo ingreso neto negativo, al preguntarle sobre los usos anteriores del suelo este ha manifestado que ha utilizado una parcela que había sido destinada anteriormente para un cultivo de sésamo.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bernal, R. 2001. *Las Sequías: Desastres Considerados Como "Pequeños" pero Grandes en su Importancia*. Revista EIRD Informa. Presentación en Acrobat Reader, no. 4. <http://www.reconstruir.org.sv/archivos/0/165.doc>.

Castillo, F. E; Castellví Sentis, F. 2001. *Agro-meteorología*. 2 ediciones. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. ES. 511p.

CAPECO (Coordinadora Agrícola del Paraguay). 2012. La resiembra ayudará a paliar efectos de sequía (18/01/2012). Consultado el 02 de Agosto de 2012. Disponible en <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/tres-fronteras/la-resiembra-ayudara-a-paliar-efectos-de-sequia-356957.html>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2012. *Marco estratégico de mediano plazo de Cooperación de la FAO en Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe (marzo 2012) 2012 – 2015*. V 14. Roma. Italia. 45p.

Grondona, M. O., Magrin, G. O., Travasso, M. I., Moschini, R. C., Rodríguez, G. R., Messina, C. D., Boullón, D. R., Podestá, G. y Jones, J. W. 1997. "Impacto del fenómeno El Niño sobre la producción de trigo y maíz en la región pampeana argentina". INTA, Castelar. 35p.

Guerra, G. 1992. *Manual de Administración de Empresas Agropecuarias*. 2da Edición. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, CR. 597p.

Gujarati, D.N. (2004). *Econometría*. Cuarta edición, editora Mc Graw Hill. México, 992 p.

López, J. A. 2006. *Manual de Edafología*. Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola de la Universidad de Sevilla. Sevilla. España. 143p.

MAG/DCEA (Ministerio de Agricultura y Ganadería/Dirección de Censo y Estadísticas Agropecuaria) 2011. *Producción Agropecuaria. Síntesis Estadísticas. Zafra Agrícola 2010/2011*. Informe final Diciembre 2011. Asunción. PY. 51p.



MAG/DGP (Ministerio de Agricultura y Ganadería/Dirección General de Planificación). 2010. Campaña Agrícola 2009/2010. “Mejorando la productividad y calidad, ganamos todos”. Asunción. PY. 86p.

MAG/DGP/UEA (Ministerio de Agricultura y Ganadería/Dirección General de Planificación/Unidad de Estudios Agroeconómicos) 2010. Producción de soja en el Paraguay zafra 2008/2010 (Junio de 2010). Asunción. Paraguay. 44p.

Magrin, G. O., Grondona, M. O., Travasso, M. I., Boullón, D. R., Rodríguez, G. R. Messina, C. D. 1998. “Impacto del fenómeno ENSO sobre la producción de cultivos en la región pampeana argentina”. Mimeo, presentado en Reunión académica sobre el fenómeno de El Niño y el agro argentino. Academia Nacional de Ciencias, Buenos

Aires, Argentina. 35p.

Meerhoff, E. 2008. Análisis de los impactos causados por el fenómeno meteorológico el niño 1997-1998 a escala regional y por países. Informe de pasantía PHI-LAC UNESCO. Paris. Francia. 52p.

Oleszczuk, J. D. Venialgo, C. A. Gutierrez, N. C. Kolar, M. O. 2000. Fases fenológicas de variedades de soja. UNNE (Universidad Nacional del Nordeste) Facultad de Ciencias Agrarias. Cátedra de Conservación y Manejo de Suelos. Corrientes. Argentina. 4p.

Porta, J., M. López-Acevedo., Roquero, C. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 3ra ed. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. España.

Porta, J., M. López-Acevedo., Roquero, C. 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. España.

Ramírez, D., Ordaz, J. L., Mora, J., Acosta, A., Serna, B. 2010. Nicaragua. Efectos del cambio climático sobre la agricultura. CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). Sede Subregional en México. México, D. F. 72p.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) 2010. Manual Operativo/2010 RENAF (Registro Nacional de la Agricultura Familiar) Asunción. PY. 19p.

Toledo, R. E. 2010. Fenología del cultivo de la soja. Sistema de Producción de Cultivos Extensivos. Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba. Argentina. 1-12p.

UGR/MAG (Unidad de Gestión de Riesgos/Ministerio de Agricultura y Ganadería) 2009. Boletín N° 74. Abril 2009. Asunción. Paraguay. 11p.