

Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade

TECNOLOGÍA AMBIENTALMENTE SOSTENIBLE PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS Y MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ

ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE TECHNOLOGY FOR SOIL RECOVERY AND MITIGATION OF CLIMATE CHANGE ON COFFEE PRODUCTION

Diego Lopez Cardona
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

RESUMEN

Aquí se presenta un artículo de tecnología ambientalmente sostenible para la recuperación de suelos en las regiones productoras de café, que es el resultado de más de 10 años de Administración Socialmente Responsable (ASR) y Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), realizando capacitación permanente, utilizando materiales orgánicos procesados en la finca, validado mediante análisis de suelos y sistematizando datos para asegurar la trazabilidad de la información. Realizando un cultivo intensivo y utilizando el método *sombrilla*, se estabilizaron condiciones físico químicas del suelo en rangos óptimos: PH del orden de 6.0, un aumento significativo del Coeficiente de Intercambio Catiónico –CIC- superior a 30, como variables principales proyectadas. Durante la aplicación de la tecnología, la producción en los lotes controlados permaneció estable, no obstante haber soportado cambios climáticos drásticos como los fenómenos “El Niño” y “La Niña”, lo que permite deducir que se trata de una oferta agroecológica que contribuye a mitigar los impactos del cambio climático, e incidiendo en un aumento de la competitividad del productor cafetero.

Palabras-clave: Sostenibilidad ambiental, Tecnología agroecológica, Recuperación de suelos, Alta productividad, Cultivo intensivo.

ABSTRACT

Here's an article from environmentally sustainable technology for soil recovery in coffee producing regions, which is the result of over 10 years of Socially Responsible Management (SRM) and Good Agricultural Practices (GAP), making permanent training, using processed on the farm organic materials, validated by soil analysis and systematizing data to ensure traceability of information. Conducting intensive cultivation and using the *umbrella* method, physical and chemical soil conditions stabilized in optimal ranges: PH of about 6.0, a significant increase in the coefficient above 30 Cation Exchange Coefficient -CEC- as main variables projected. During the application of technology, production in every controlled parcel remained stable, despite having endured drastic climatic changes such phenomena "El Niño" and "La Niña", which allows to deduce that this is an agro-ecological offer that contributes to mitigate the impacts of climate change, and affecting an increase in the competitiveness of the coffee producers.

Keywords: Environmental sustainability, agro ecological technology, soil remediation, high productivity, intensive farming.

1 INTRODUCCIÓN

Desde el rompimiento del pacto cafetero han ocurrido cambios bruscos en los precios internacionales del café manipulados por las grandes transnacionales propietarias de los canales de distribución; y de los precios internos en los países productores, en su gran mayoría tercermundistas, donde los cafeteros escasamente reciben un 9 por ciento del precio de venta de una taza de café a un consumidor final (López, 2011).

A nivel mundial son más de 125 millones de personas que están cerca de la industria cafetera y sus ingresos dependen del precio interno definido en primera instancia por el precio internacional determinado en la bolsa de valores, en segunda instancia por la devaluación del dólar y en tercera instancia por la oferta y la demanda del grano. (cita)

El productor no tiene ninguna participación en la fijación del precio interno del café, dada la modalidad de comercialización que opera en el país, orientada por el Fondo Nacional del café y su filial Federación Nacional de Cafeteros (FNC, 2014), que son en últimas los que determinan los ingresos al productor

Estas fluctuaciones en los precios, han determinado al menos dos tipos de situaciones: a) En los casos cuando los costos de producción son bajos por el uso de una tecnología bien desarrollada y un cambio monetario alto que favorece las exportaciones, como sucede en el Brasil; los agricultores pueden subsistir, pero cuando cambian las circunstancias, se reducen los ingresos al productor aumentando el desempleo. b) Como sucede en algunos países de Asia, África y América Latina, donde se tiene una caficultura de subsistencia no queda dinero para medicinas, comunicaciones y educación, presentándose la obsolescencia tecnológica y la pérdida de calidad de vida progresiva, sustituyendo sus menores ingresos con mayores deudas. Por lo tanto, se ven obligados o a abandonar sus fincas o a dedicarse a otras labores o cultivos rentables como sembrar coca. Se conoce que en Vietnam y Colombia algunos cultivadores venden su producción a recaudadores de deudas, también cambian café por coca, en Centro América se redujo los cultivadores en un 50%, en México han muerto cultivadores tratando de pasar la frontera con los EEUU después de abandonar sus finca, en la India ha aumentado el suicidio de productores por las deudas; es decir, la situación estimula la emigración a las ciudades y a los países industrializados (OSORIO, 2002,3).

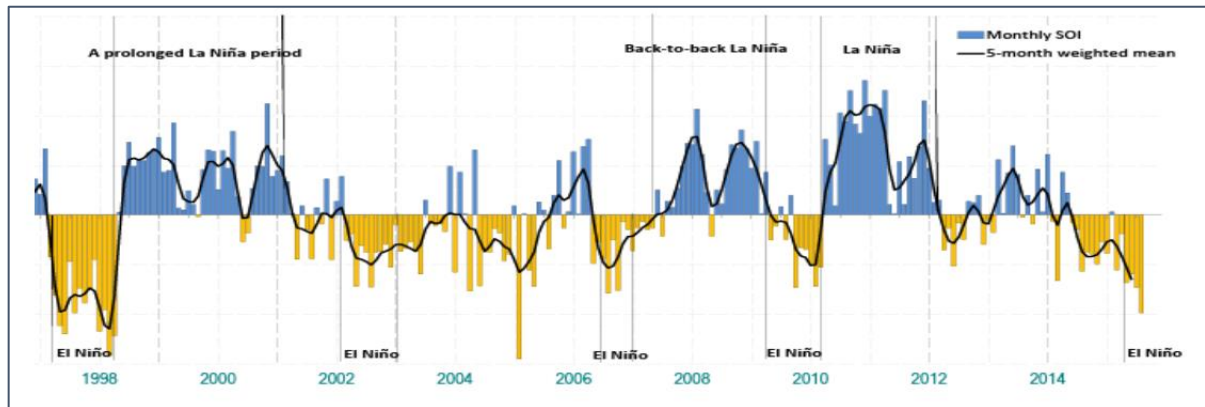
De otra parte, es reconocido el desmedido uso por parte de grandes y medianos propietarios en sus fincas cafeteras de agroquímicos en busca de mejores rendimientos económicos, a los cuales no tiene acceso el pequeño productor; también es notoria la baja implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), por efectos de costos e ineficiente socialización; a lo cual hay que sumarle la producción intensiva irracional, el monocultivo, la deforestación, la contaminación con pesticidas y la pérdida de biodiversidad; circunstancia que marca un futuro poco alentador para los productores de café

Otra situación que desanima, son las volátiles épocas de precios atractivos que por supuesto tienen que coincidir con bajas producciones, causando desorden y confusión en las políticas cafeteras de todos los países productores, dado que siempre conllevan a incremento de siembras y posterior caída de precios.

Luego del año 1998 en la zona cafetera colombiana se ha tenido una variabilidad climática por la presencia de los fenómenos de El Niño y La Niña que se convirtieron en una amenaza por el comportamiento cambiante del clima. En la figura 1 se observa la presencia de estos fenómenos que ha hecho que se cambien modelos y procesos culturales para la implementación de diferentes cultivos. En 1998-1999, 2002-2005, 2010, 2013 y 2015-2016 se tuvo la presencia del fenómeno de El Niño, considerado el más fuerte el que acaba de pasar; mientras que en 2000-2002, 2006, 2008-2009, 2001-2012 y 2014 se presentó el fenómeno de La Niña (CIIFEN, 2016).

Diversos autores abordan el concepto de cambio climático, quienes lo definen como la tendencia general de temperaturas, velocidad del viento y precipitación media durante un período de tiempo para un determinado lugar, que corresponde al tiempo atmosférico medio.

Figura 1. Presencia del fenómeno de El Niño y La Niña desde 1998



Fuente: CIIFEN Centro Internacional para la investigación del fenómeno del Niño

El clima como elemento clave en la producción de café, durante estos dos eventos se caracteriza por la disminución en las lluvias, el aumento de temperatura y el brillo solar para el caso de El Niño, y en La Niña se tuvo un aumento de precipitaciones fluviales por encima de lo normal, disminución del brillo solar y de la temperatura, afectando la floración, el llenado del grano y el normal desarrollo del cultivo (RAMÍREZ *et al*, 2012; FNC, 2016).

Durante el fenómeno de La Niña, el aumento de la lluvias hace que ocurra el lavado de los suelos en aquellos que están poco cubiertos o donde se han implementado malas prácticas agrícolas por el exceso de consumo de agroquímicos; mientras que con el fenómeno de El Niño los suelos se secan, cuartean y deterioran por las altas temperaturas y escasez de agua.

La intensidad de lluvias en corto tiempo hace que se presenten aludes, desprendimiento de montaña e inundaciones cada vez más frecuentes que afectan no solo el uso del suelo sino sus condiciones, obligando a un cambio en su uso y prácticas agrícolas, mientras con el fenómeno de El Niño los suelos reducen su dinámica para dar respuesta a tan fuertes cambios no sólo por las altas temperaturas, sino también por la disminución de los niveles de agua necesarios para su normal funcionamiento (MONTICO, 2010).

La alteración de la dinámica de los suelos por el desbalance hídrico, genera cambios en la gestión del uso de fertilizantes y las labores culturales, tanto en el manejo de los materiales como en la selección de especies, variedades e híbridos. Los modelos de trabajo han tenido de cambiar de acuerdo a lo que muestra el suelo dada la falta de estadísticas y estudios, porque apenas ahora que se está viviendo estos procesos, cada vez más intensos y frecuentes, se ha comenzado a realizar estudios al respecto.

Suelos muy húmedo (La Niña) en períodos de preparación de cultivos o de cosecha establecen factores distorsivos en las labores culturales de fertilización y administración que imposibilitan realizar las tareas a tiempo, o en épocas de recolección acelerando o desacelerando procesos de maduración; mientras que en períodos muy secos (El Niño) ocurre también una distorsión o cambio en la planeación y ejecución de procesos.

Las intensas lluvias hacen que la cobertura del suelo sea lavada para ser llevada a lugares donde su proceso no contribuye ni a la protección y su degradación altera los ciclos donde queda ubicado.

En general el suelo posee una alta capacidad para responder al cambio climático, pero la intensidad y frecuencia de los que han sucedido y los que vendrán han acelerado su degradación y disminuido su capacidad productiva. La propiedad resiliente del suelo dependerá de la magnitud de la amenaza y del acierto en la experimentación con otras prácticas que se implementen en razón de la búsqueda de su protección para que siga ejecutando sus labores. A continuación se presenta una tecnología fácil de implementar, amigable con la naturaleza, que busca proteger el suelo, no como lo hacían nuestros ancestros buscando la cobertura con sombrío alto, -árboles que ya no existen- sino implementando el cultivo intensivo para proteger el suelo con la misma variedad que se explota, garantizando una sostenibilidad y una producción constante en el tiempo.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

El proceso se llevó a cabo en la finca El Caimo, del municipio de Chinchiná, Departamento de Caldas, perteneciente al eje cafetero colombiano, con una topografía ondulada a mitad de la cordillera central, a una altura de 1400 m.s.n.m, luminosidad de 3200 horas/sol/año, temperatura promedio de 21°C. Tiene café mezclado en barreras con plátano y algunos árboles tradicionales.

La finca cuenta con la infraestructura para la compostación de las biomásas producidas en el predio, que permite desarrollar el ciclo en 30 días con el método de volteos cada 8-10 días y aplicación de materia orgánica líquida enriquecida con microorganismos, en cada una de ellas. Simultáneamente se probaron las variedades Caturra, Colombia, Costa Rica, Chamberry, Catigua y Castillo, con diferentes métodos y densidades de siembra, ensayos en los cuales se buscaba encontrar la variedad que mostrase el mejor comportamiento en cuanto a su producción y calidad del grano, y que permitiese utilizar el método sombrilla; experiencia en la cual se concluyó que para estos propósitos las mejores fueron la Caturra y Catigua.

Las densidades de siembra que se utilizaron y que se consideraron óptimas fueron 70x70 cms, 1x1 metros y 1,2x1,2 metros, dos plantas por sitio, para llegar a la siembra aproximada de 20.000 árboles/ha, con barreras en plátano cada 20-25 metros, ver figura 2 y 3.

Para la facilidad de la implementación de labores culturales y mejores prácticas agrícolas, se estimó que la mejor densidad de siembra era la de 2 plantas por sitio a una distancia de 1x1 m.

Figura 2. Siembra de dos plantas por sitio



Figura 3. Panorámica de la finca el Caimo. Método de siembra.



2.1 Método “SOMBRILLA”: distancia a 1x1 m., dos plantas por sitio

El método sombrilla consiste en sembrar a una distancia de 1x1 m. dos plantas por sitio, incluyendo en una hectárea 20.000 plantas o ejes de producción, de tal manera que luego de 4 o 5 cosechas se soquea uno de los dos colinos sembrados y se deja el otro para otra cosecha. El árbol que se deja plantado, sirve de sombrilla al colino soqueado (ver figura 4), dando sombra al lote; es decir, el lote sigue protegido por la sombra del 50% de árboles que quedan en pie.

Al año siguiente se elimina el eje sombrilla y se deja la zoca con un año de desarrollo; es decir, el lote recibe la hojarasca de 20.000 árboles que cubren y protegen el suelo durante aproximadamente 11-12 años dependiendo de la oferta ambiental.

Por la intensidad de la siembra, los cafetos cubren la totalidad del área sembrada en aproximadamente 1 año después de sembrado.

Se estiman dos ciclos de producción es decir que luego de la tercera o cuarta cosecha, dependiendo de la oferta ambiental que hace que los árboles tengan un menor o mayor desarrollo, se procedo a realizar el método sombrilla, durante un año –a los 5 o 6 años de plantado- para luego eliminar el árbol sombrilla y continuar con la recolección de las siguientes 4 o cinco cosechas. Las labores culturales se especifican en la tabla 1.

Tabla 1. Labores culturales del método “Sombrilla”

LABORES	DETALLE
Labores culturales	Al momento de la siembra se utiliza un kilogramo de materia orgánica por sitio, aplicando la misma cantidad anualmente. Adicionalmente se aplican 60 gramos por sitio/año de abonos de síntesis. Se realizaron estudios de suelos cada año al lote.
Buenas Prácticas Agrícolas - BPA	Manejo de arvenses con criterio sostenible, nunca se deja el suelo desnudo o descapotado. Se realiza con machete y se utiliza el selector con herbicida solo cuando hay gramíneas.

Recolección	Se adjudica una parcela de aproximadamente 2.500 a 3.000 sitios (5000 a 6000 ejes de producción) a cada recolector o grupo de recolectores, permitiendo un mayor control y seguimiento. Es lo que se ha estimado puede recorrer un trabajador de ciclo a ciclo de maduración de la parcela, disminuyendo recorridos, aumentando tiempo de recolección y disminuyendo el estrés causado por la competencia con otros. Las parcelas se dividen con barreras de plátano.
Producción	La finca en promedio tiene una conversión de 50 Kcc (kilogramos café en cereza) por una arroba de Kps (kilogramos café pergamino seco) 1.2 kcc (kilos de café cereza) por árbol/año. 1.2 kcc x 20.000 = 24.000 kcc 24.000 kcc/ 60 kcc/@kps = 400 @ kps
Número de cosechas	4 o 5 dependiendo de la oferta climática, con el fenómeno de La Niña el desarrollo del árbol es superior, aumentado su altura provocando necesariamente el soqueo.
Procedimiento	Se realizan las labores culturales necesarias para llevarlo hasta producción. Una vez se alcanza la tercera o cuarta cosecha, se procede a soquear un árbol y se deja en pie otro que opera como “sombrilla”, eliminando el 50% de los ejes en producción. A la zoca en levante se le dejan dos chupones para pasar a tener aproximadamente los mismos 20.000 ejes de producción, que era la siembra inicial. Con la producción de los 10.000 ejes que quedan en pie (sombrilla) – cuarta o quinta cosecha- se obtiene los ingresos requeridos para sostener económicamente la zoca durante el primer año. Con este método se asegura la recolección de café desde los dos años de edad hasta la 8ª o 10ª cosecha, según la oferta ambiental.

Figura 4. Método sombrilla. Se zoquea un eje y se deja el otro eje en pie



3 RESULTADOS

Con este método se logró:

- a. Recuperación del suelo en cuanto a materia orgánica (MO), pasando de 4.3 a 18.4; el Coeficiente de Intercambio Catiónico (CIC) de 5 a 35, que es la capacidad que tiene el suelo de retener e intercambiar cationes. Entre mayor sea la oferta de MO mayor serpa el CIS y por ende la eficiencia del suelo (ver tabla 2).

Tabla 2. Resumen de principales indicadores de estudio de suelo 1996-2016

fecha	Ph	MO	N	P	K	CIC*	clima
		Materia Orgánica	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Coef. Interc Cationico	
29/01/1996	5,2	4,3	0,34	4	0,23	5	normal
03/03/1998	5,0	6,8	0,29	5	0,21	5	normal
12/05/2004	5,9	6,3	0,35	2	0,31	6	normal
22/05/2005	6,4	11,9	0,46	2	0,35	5	normal
22/05/2007	6,4	11,9	0,46	2	0,35	8	normal
15/07/2011	5,3	13,4	0,51	4	0,22	9	NIÑA
16/12/2014	5,5	14,2	0,27	3	0,33	24	NIÑA
15/07/2015	4,8	16,2	0,34	3	0,76	24	NIÑO
01/04/2016	5,7	18,4	0,64	15	1,94	35	NIÑO

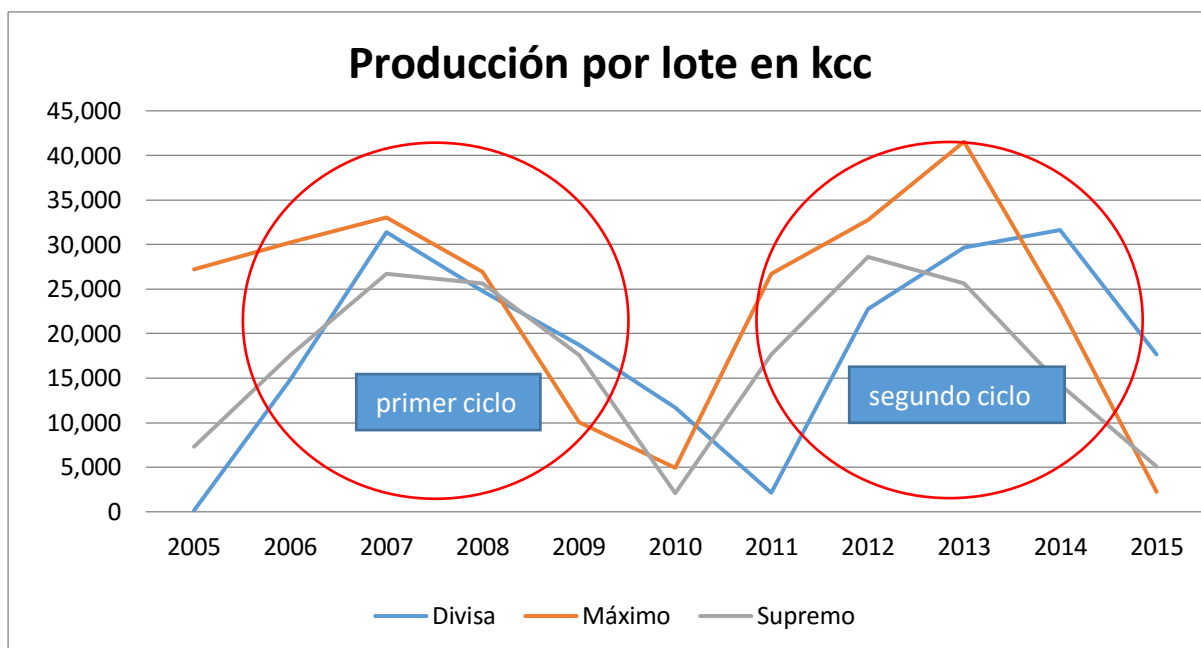
Fuente: autor

- b. Cuando se siembra de forma tradicional, se esperan dos años de crecimiento y cuatro cosechas para ajustar seis años, se realiza la zoca y el lote queda expuesto al sol dos años nuevamente. Con esta metodología el lote queda expuesto al sol sólo el primer año de crecimiento dado que por haberse sembrado de forma intensiva, las ramas de los cafetos sembrados cubren el lote rápidamente. Luego del segundo año el lote queda protegido hasta el año 11 o 12 dependiendo de la oferta ambiental.
- c. La caída de hojas de café en el suelo durante todo el proceso, retroalimentan el suelo dejando instalado una capa de hábitat para micro-organismos que se encargan de mantener el suelo en un estado estable
- d. Se redujeron los costos por unidad de producción dado el cultivo intensivo y una producción estable promedio por cada eje de producción de 1.2 kcc durante cada año de cosecha y en los dos ciclos de producción. En tabla 3 se muestra la producción en kcc de los lotes La Divisa, El Máximo y Supremo que a diciembre de 2015 habían completado dos ciclos de producción con cuatro cosechas cada uno. La figura 5 muestra los ciclos de producción. La producción por cada lote durante cada ciclo es parecida, es decir que la producción es estable de ciclo a ciclo, logrando en promedio una producción de aproximadamente 400@ de café pergamino seco por hectárea. Por ejemplo, el lote Máximo en el primer ciclo alcanzó una producción de 132.375 kcc y en el segundo ciclo 126.284 kcc, con una diferencia de 6.091 kcc equivalente al 4% menos con relación al primer ciclo. Esta diferencia no es significativa dado que durante los dos ciclos, sobre todo en el segundo se presentaron dos fenómenos de La Niña y uno del Niño que terminó en marzo de 2016.
- e. Con la recolección que se hace durante la cosecha que se logra en el año que se deja el eje de producción como sombrilla y se zoquea el otro eje, se pagan los costos de labores culturales, fertilización y control fitosanitario, quedando un 30% para otros gastos, es decir, que con el 70% de los ingresos se sostiene la zoca. La finca tiene ocho lotes de los cuales tres han completado los dos ciclos, dos van comenzando el método sombrilla y tres en primera y segunda cosecha del segundo ciclo. En todos los casos el promedio de gastos con relación a la producción del año sombrilla ha sido del 70%.

Tabla 3. Producción en Kcc de tres lotes que completaron dos ciclos de producción

LOTES	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
DIVISA	150	14.853	31.376	24.788	18.715	11.665	2.109	22.792	29.650	31.625	17.631
MAXIMO	27.189	30.260	33.011	26.918	10.060	4.937	26.701	32.755	41.534	23.050	2.244
SUPREMO	7.308	17.608	26.705	25.608	17.608	2.085	17.690	28.605	25.607	14.305	5.047
Comparación de la producción para tres lotes que a diciembre de 2015 han completado dos ciclos de producción											
lote	Producción ciclo 1	producción ciclo 2		NO existe diferencia significativa en la producción de cada ciclo							
Divisa	101.547	103.807									
Máximo	132.375	126.284									
Supremo	94.837	93.339									

Figura 5. Ciclos de producción por lote en kcc



- f. Con la recolección que se hace durante la cosecha que se logra en el año que se deja el eje de producción como sombrilla y se zoquea el otro eje, se pagan los costos de labores culturales, fertilización y control fitosanitario, quedando un 30% para otros gastos, es decir, que con el 70% de los ingresos se sostiene la zoca. La finca tiene ocho lotes de los cuales tres han completado los dos ciclos, dos van comenzando el método sombrilla y tres en primera y segunda cosecha del segundo ciclo. En todos los casos el promedio de gastos con relación a la producción del año sombrilla ha sido del 70%.
- g. Mayores beneficios en la recolección dado que los recolectores: aumentan la recolección por hacer menores recorridos; mayor confianza porque no necesitan competir con otros, por surcos; facilidades en el control de recolección porque la persona o grupo de personas que tiene adjudicado el lote, responde por el café maduro dejado en el árbol, café verde o maduro dejado en el suelo; menor desperdicio del tiempo por rotación y vigilancia del café recolectado.
- h. Mayor resistencia a los impactos ambientales como períodos de sequía u olas invernales por el cubrimiento del suelo por más de 10 años. Por la intensidad de la siembra, el lote queda cubierto con los árboles luego de 12 meses de sembrado, en consecuencia cuando se presentan lluvias, las hojas sirven de amortiguación a la caída de la gotera, llegando

al suelo de forma lenta, la cual se dispersa en la capa de hojarasca que hay en el suelo, evitando así, el lavado del suelo. Con relación a las épocas de sequía (El Niño), por estar protegido el suelo, se tiene una humedad permanente que hace que el árbol adquiera los nutrientes necesarios ante los períodos prolongados de escasez de agua.

- i. La producción por árbol en promedio fue de 1,28 kcc para las cuatro cosechas y para los lotes que han cumplido los dos ciclos. (ver tabla 4). La producción por árbol se obtuvo de dividir el total en kcc del ciclo en cuatro cosechas y en el promedio de árboles de cada lote. Las cosechas se comportan diferente dependiendo de la edad del árbol o de la zoca y de la oferta ambiental. Es bueno resaltar que durante el fenómeno de La Niña la producción de café a nivel nacional disminuyó en un 30%, mientras que en la finca el Caimo estuvo constante.

Tabla 4. Producción en kcc de cada lote para las cuatro cosechas de cada ciclo

lote	Número árboles	Producción		
		1er ciclo	2do ciclo	Por árbol. Kcc
Divisa	19.500	101.547	103.807	1,30
Máximo	28.700	132.375	126.284	1,15
Supremo	17.000	94.837	93.339	1,39

4 CONCLUSIÓN

El utilizar altas densidades de siembra se obtiene una alta productividad, menor erosión por cobertura completa del terreno no solo con capa vegetal verde, sino también por el trabajo que hacen los microorganismos en el suelo mejorando sensiblemente sus propiedades físicas y químicas y todos sus indicadores; disminución en los costos de las labores culturales; optimización de recursos naturales; mayor eficiencia de la mano de obra; suministro permanente de madera para diferentes necesidades del predio, optimización del MIPE (Manejo Integrado de Plagas y enfermedades) y una producción equilibrada y sostenible.

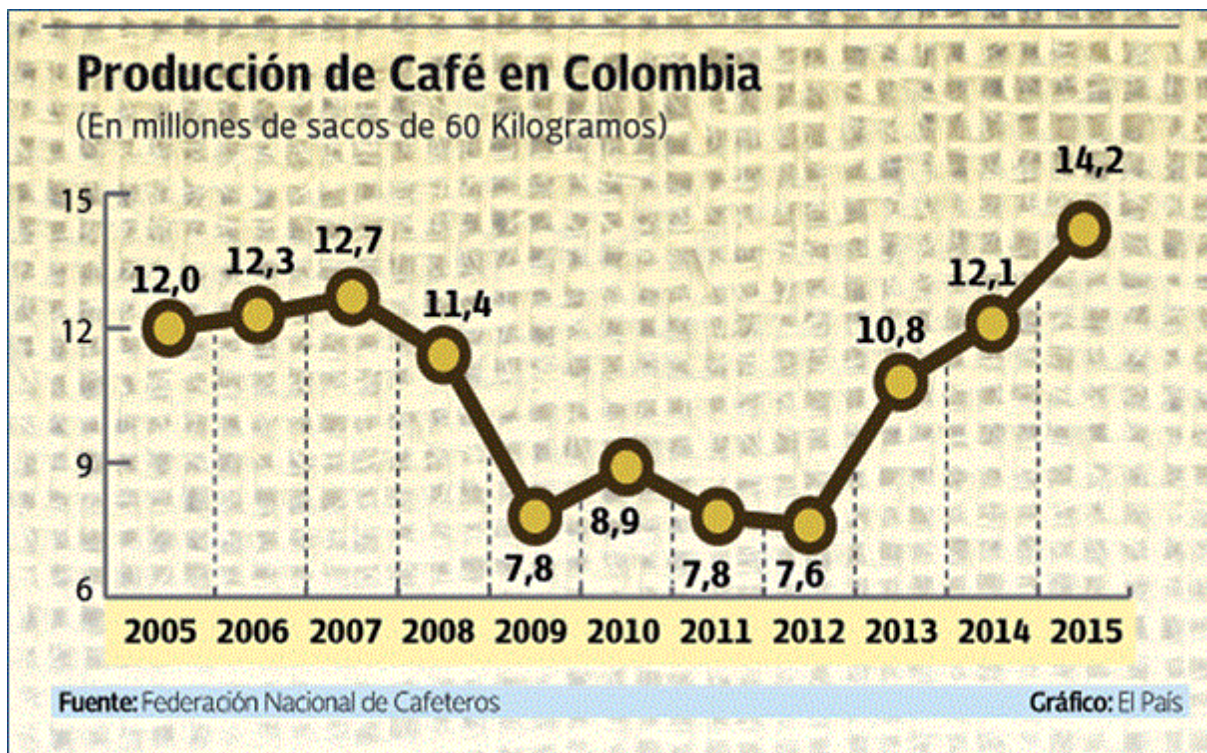
Durante el fenómeno de El Niño y La Niña en Colombia, se presentaron sequías, aumento de temperatura y el brillo solar que no permitieron el llenado del grano y por el contrario aumentaron las pasillas y otras plagas como la broca del café, mientras que en el caso contrario, el aumento de las lluvias, las inundaciones y la disminución del brillo solar, no permitieron una completa floración del cafeto, disminuyendo los niveles de producción y el aumento de enfermedades como la roya.

En la figura 6 se puede observar la producción de café en Colombia desde 2005 al 2015, evidenciándose una disminución en el último quinquenio, donde se afirma que una de las razones fueron los fenómenos climáticos que cogieron la industria cafetera sin preparación para afrontar dichos cambios, además que coincidieron con procesos de renovación por siembra y cambio de variedades.

Con la tecnología “SOMBRILLA” se logró en la finca una producción consistente a pesar de haber soportado también estos cambios climáticos.

Estas conclusiones concuerdan con estudios realizados en CENICAFE (Arcila, 2007) en la última década, y que pueden ayudar al pequeño productor a tener una tecnología amigable con el medio ambiente, altamente productiva y sostenible en el tiempo.

Figura 6. Producción de café en Colombia



Fuente: FNC

REFERENCIAS

ARCILA P., Jaime. Crecimiento y desarrollo de la planta de café. Sistemas de producción de café en Colombia. En: Colombia ISBN: 0 ed: Blanecolor Ltda, v.2, p.21 - 60, 2007. Disponible en: <http://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo6.pdf>

CIIFEN (2016) CENTRO INTERNACIONAL PARA LA INVESTIGACIÓN DEL FENÓMENO DEL NIÑO. El Niño 2015-2016 evoluciones y perspectivas. Mayo, 2016. Disponible en: http://www.ciifen.org/images/stories/EL_Nio_La_Nia/CIIFEN_ENOS_DIAGNOSTICO_MAYO-2016.pdf

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. CENICAFÉ. Manizales (Colombia). Anuario Meteorológico Cafetero 2014. Manizales (Colombia), Cenicafé, 2016. 529P. ISSN – 2011-5814. Disponible en <http://www.cenicafe.org/es/publications/AnuarioMeteorologicoCafetero2014low.pdf>

FNC. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Por la caficultura que queremos. LXXX Congreso Nacional de Cafeteros 2014. Disponible en http://www.federaciondecafeteros.org/static/files/IGG_2014.pdf

MONTICO, Sergio (2010) Impacto del cambio climático sobre los suelos. Revista agromensajes. Facultad de ciencias agrarias UNR. ISSN: 16698584. Abril, 2010. Disponible en <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/28/10AM28.htm>

OSORIO, Nestor OIC. (2002) La crisis mundial del café: una amenaza al desarrollo sostenible. (en línea) Comunicación a la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, Johannesburgo,

2002. Consultado el 12 de abril de 2012, consultado de <http://dev.ico.org/documents/ed1849c.pdf>

RAMÍREZ B., V.H.; PEÑA Q.; A.J.; JARAMILLO R., A.; GIRALDO E. J.P.; SUÁREZ A. H.E.; DUQUE R. N. Riesgo agroclimático para zona cafetera colombiana: método para regionalizar la variabilidad climática. Cenicafé 63 (2): 98-115. 2012