



9.3 Relaciones Precipitación – Ratio

El ratio es la relación que existe entre el racimo cosechado y el número de cajas de 18,14 Kg. que se llenan con él. Es una medida del tamaño del racimo y por lo tanto sirve para controlar la calidad de los racimos cosechados. El ratio indica que tan vigoroso es un racimo, la calidad de las manos y puede indicar cuando una planta ha sido afectada por factores externos como enfermedades, plagas, daños mecánicos o la precipitación que causan disminución del tamaño del racimo y/o pérdida de manos por daños.

La figura 9.29 muestra el ciclo anual del ratio para las diez fincas analizadas. Se observa una disminución paulatina en el ratio luego de que pasa el periodo seco normal en la zona, iniciando la recuperación una vez se iniciada la temporada de lluvias.

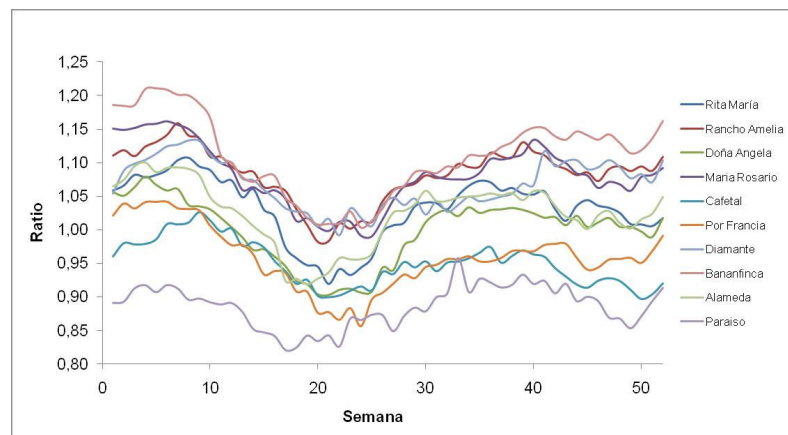


Figura 9.29: Ciclo de ratio de las 10 fincas analizadas.

La figura 9.30A correspondiente al comportamiento del ratio en la finca Alameda, muestra que la media del ratio fluctúa entre un mínimo de 0,93 que se alcanza alrededor de la semana 20, mientras que el máximo ratio se alcanza hacia la semana 6 con valores de 1,1. Las barras de error muestran que la variabilidad de la media para cada semana del año conserva aproximadamente igual magnitud. En el diagrama de box-plot y de serie de tiempo se observa los altos ratios que se obtuvieron en la zona en el año 1999 y 2000. El año 1999 está registrado como uno de los de mayor producción en la zona (Mira 2003). Entre 2001 y 2008 no es claro el efecto del ENSO sobre la magnitud del ratio. De igual manera no se observa un efecto generalizado del ENSO sobre el ratio en las 10 fincas analizadas (figura 9.31).



Impacto de la Variabilidad Climática en la Producción de Banano en el Urabá Antioqueño

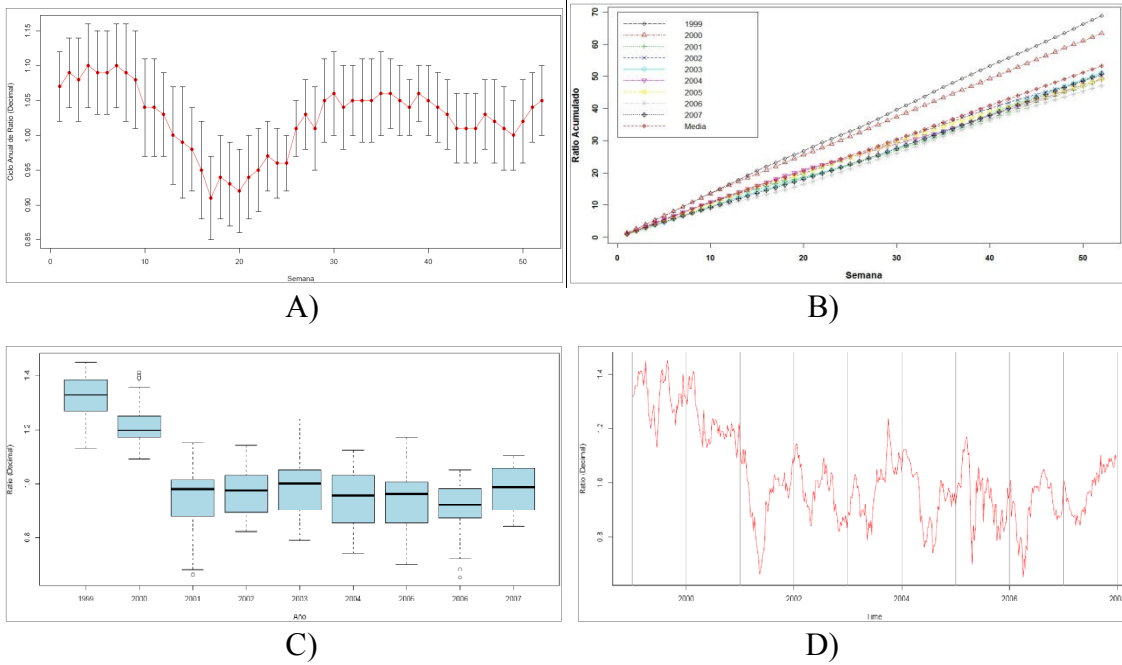


Figura 9.30: Comportamiento del Ratio en la finca Alameda. A) Ciclo anual, B) Masa simple, C) Box-plot, D) Serie de tiempo.

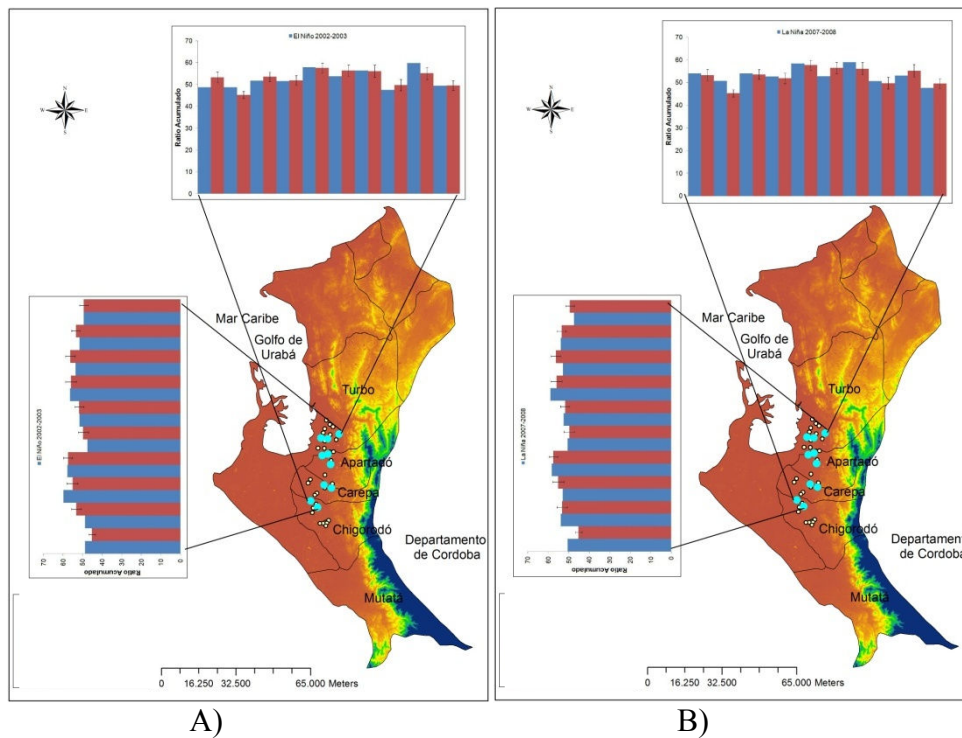


Figura 9.31: Efecto del ENSO en el Ratio A) El NIÑO 2002 – 2003. B) La NIÑA 2007-2008.



En la finca Alameda (figura 9.32) ratios menores a 0,85 solo se presentaron si la precipitación acumulada para 4 semanas era menor a 400 mm. Sin embargo se alcanzaron ratios por encima de 1,1 en todo el rango de precipitación registrada. En el Anexo A.4 se observa que esta situación se replica para la totalidad de semanas de precipitación acumulada, con diferentes valores límites de precipitación.

La figura 9.33 muestra el ratio para la finca Rita María en función de la precipitación acumulada de 5 semanas. Obsérvese la tendencia a menores valores de ratio (racimos de menor tamaño) cuando la lámina acumulada en ese periodo superó los 200 mm. La finca Doña Ángela (figura 9.34) aunque presenta ratios bajos en todo el rango de precipitación, para 4 semanas de lluvia acumulada láminas mayores a 450 mm siempre se relacionaron con ratios menores a 0,9. La finca Banafinca (figura 9.35) no muestra un comportamiento claro del ratio en función de la precipitación, presentando ratios de diversa magnitud en todos los rangos de precipitación de la serie, sin embargo, ratios superiores a 1,2 se alcanzaron, cuando la precipitación acumulada en 4 semanas fluctuó entre 250 y 350 mm.

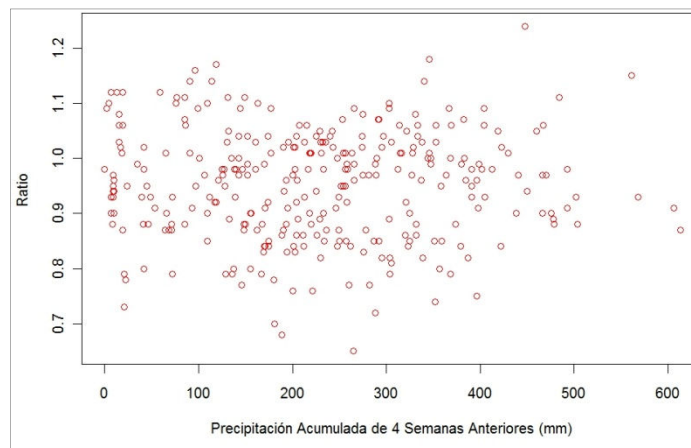


Figura 9.32: Precipitación acumulada anterior vs Ratio para la finca Alameda.

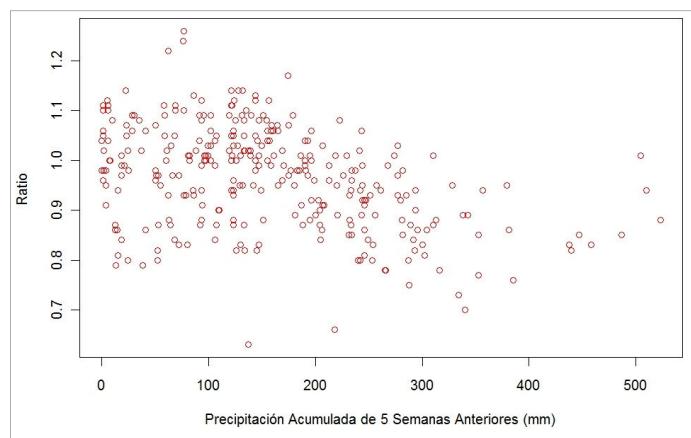


Figura 9.33: Precipitación acumulada anterior vs Ratio para la finca Rita María.

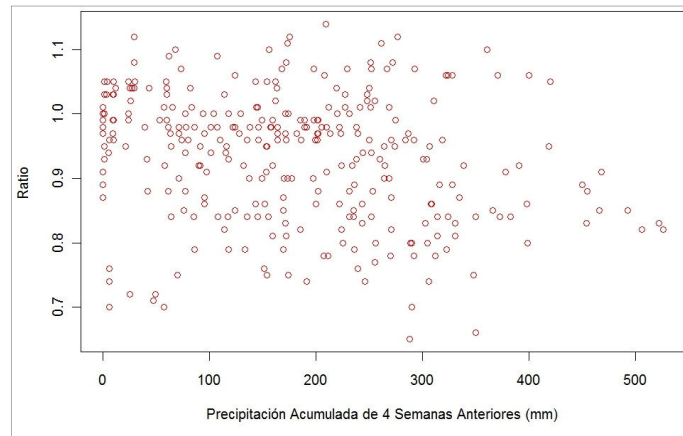


Figura 9.34: Precipitación acumulada anterior vs Ratio para la finca Doña Ángela.

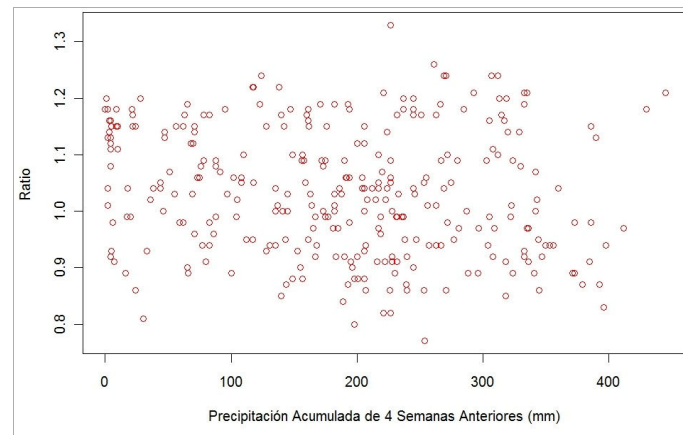


Figura 9.35: Precipitación acumulada anterior vs Ratio para la finca Banafinca.

9.4 Análisis de Frecuencias Bivariado

Con las series construidas de precipitación acumulada desde 1 hasta 35 semanas y relacionadas con el número de cajas exportadas, el embolse y el ratio y con el fin de lograr una mejor comprensión de las relaciones existentes entre estas variables se realizó un análisis de frecuencias bivariado para cada una de las 10 fincas.

El análisis consistió en agrupar en intervalos el número de eventos que cumplieran con dos criterios: volumen de precipitación vs cajas exportadas, embolse o ratio, posteriormente se calculó la frecuencia relativa al dividir el número de eventos en cada intervalo con el número total de datos de la serie. Se definieron 5 intervalos para cada semana de precipitación acumulada y 5 intervalos para cada una de las variables de producción: cajas exportadas, racimos embolsados y ratio. De esta manera la combinación de los factores precipitación y cajas exportadas, embolse o ratio forman 25 intervalos.

En las figuras 9.36 y 9.37 ejemplifican la interpretación de las imágenes de frecuencia bivariada. Para el caso la precipitación acumulada de 1 y 2 semanas se dividió en 5 intervalos de 100 mm de lluvia, por lo tanto los intervalos variaron entre 0 – 100 mm y



precipitaciones mayores a 400 mm acumulados. Al lado derecho, se dividió en 5 intervalos las cajas exportadas, cada intervalo con magnitud de 25 cajas exportadas/ha. A cada intervalo le corresponde un color: rojo para el menor número, 0 – 25 cajas exportadas/ha y gris para el máximo número, mayor a 100 cajas exportadas/ha. Cada intervalo está numerado, identificando el número de eventos con la combinación de precipitación y cajas exportadas. Por ejemplo el número 1, identifica el intervalo de color rojo, donde se agrupan el número de eventos en los que se obtuvo entre 0 – 25 cajas exportadas/ha con una precipitación acumulada antecedente de 1 semana en el rango entre 0 y100 mm. La tabla 9-1 ilustra la totalidad de intervalos definidos para la precipitación acumulada y los de cajas exportadas, embolse y ratio.

SEMANAS DE PRECIPITACIÓN ACUMULADA	RANGO DE PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm)	Rangos Cajas Exportadas / ha	Color	Número
1 Y 2	0 - 100	0 - 25	Red	1
		25 - 50	Green	2
50 - 75		Blue	3	
75 - 100		Yellow	4	
> 100		Grey	5	
RANGO DE PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm)	100 - 200	0 - 25	Red	6
		25 - 50	Green	7
		50 - 75	Blue	8
		75 - 100	Yellow	9
		> 100	Grey	10
	200 - 300	0 - 25	Red	11
		25 - 50	Green	12
		50 - 75	Blue	13
		75 - 100	Yellow	14
		> 100	Grey	15
300 - 400	0 - 25	Red	16	
	25 - 50	Green	17	
	50 - 75	Blue	18	
	75 - 100	Yellow	19	
	> 100	Grey	20	
> 400	0 - 25	Red	21	
	25 - 50	Green	22	
	50 - 75	Blue	23	
	75 - 100	Yellow	24	
	> 100	Grey	25	

Figura 9.36: Clasificación y códigos numérico y de color para el análisis de frecuencia bivariado.

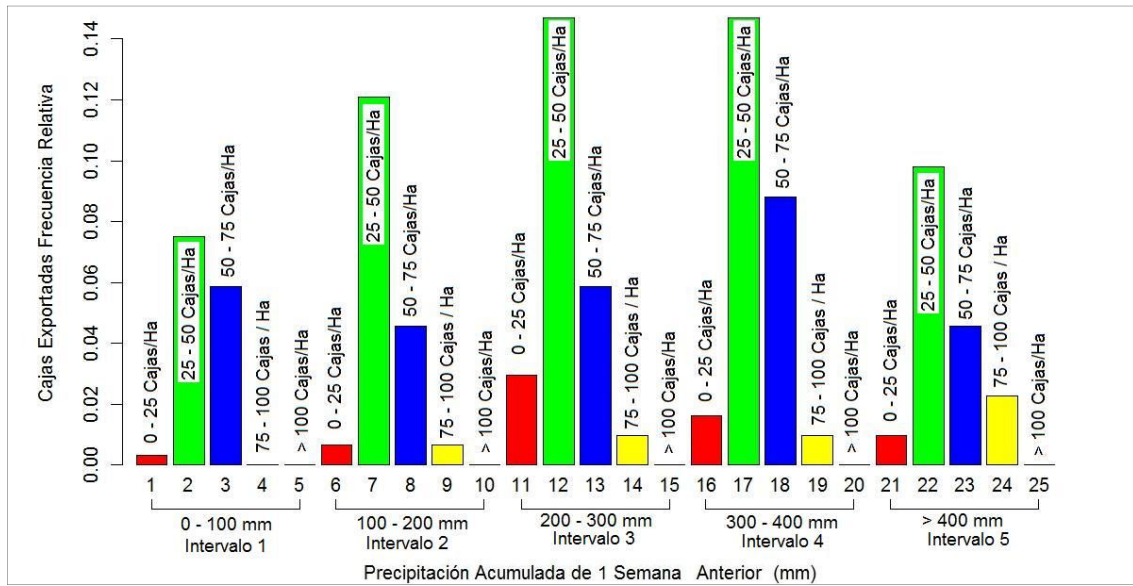


Figura 9.37: Ejemplo para la interpretación de las figuras de frecuencia bivariada.



Tabla 9-1: Intervalos de precipitación acumulada y cajas exportadas, embolses y ratio para el análisis de frecuencia bivariado.

SEMANAS DE PRECIPITACIÓN ACUMULADA	1 Y 2	3,4,5 Y 6	7 Y 8	9	10	Rangos Cajas Exportadas / ha	Rangos Racimos Embolsados / ha	Rangos Ratio	Color
RANGO DE PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm)	0 - 100	0 - 125	0 - 150	0 - 175	0 - 200	0 - 25	0 - 25	0 - 0,65	Red
	100 - 200	125 - 250	150 - 300	175 - 350	200 - 400	25 - 50	25 - 50	0,65 - 0,8	Green
	200 - 300	250 - 375	300 - 450	350 - 525	400 - 600	50 - 75	50 - 75	0,8 - 0,95	Blue
	300 - 400	375 - 500	450 - 600	525 - 700	600 - 800	75 - 100	75 - 100	0,95 - 1,1	Yellow
	> 400	> 500	> 600	> 700	> 800	> 100	> 100	> 1,1	Grey
SEMANAS DE PRECIPITACIÓN ACUMULADA	11, 12 Y 13	14,15 Y 16	17, 18 Y 19	20, 21, 22 Y 23	24, 25 Y 26	Rangos Cajas Exportadas / ha	Rangos Racimos Embolsados / ha	Rangos Ratio	Color
	0 - 225	0 - 275	0 - 300	0 - 325	0 - 350	0 - 25	0 - 25	0 - 0,65	Red
	225 - 450	275 - 550	300 - 600	325 - 650	350 - 700	25 - 50	25 - 50	0,65 - 0,8	Green
	450 - 675	550 - 825	600 - 900	650 - 975	700 - 1050	50 - 75	50 - 75	0,8 - 0,95	Blue
	675 - 900	825 - 1100	900 - 1200	975 - 1300	1050 - 1400	75 - 100	75 - 100	0,95 - 1,1	Yellow
SEMANAS DE PRECIPITACIÓN ACUMULADA	> 900	> 1100	> 1200	> 1300	> 1400	> 100	> 100	> 1,1	Grey
	27, 28, 29, 30, 31 Y 32	33, 34 Y 35				Rangos Cajas Exportadas / ha	Rangos Racimos Embolsados / ha	Rangos Ratio	Color
	0 - 375	0 - 400				0 - 25	0 - 25	0 - 0,65	Red
	375 - 750	400 - 800				25 - 50	25 - 50	0,65 - 0,8	Green
	750 - 1125	800 - 1200				50 - 75	50 - 75	0,8 - 0,95	Blue
RANGO DE PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm)	1125 - 1500	1200 - 1600				75 - 100	75 - 100	0,95 - 1,1	Yellow
	> 1500	> 1600				> 100	> 100	> 1,1	Grey



9.4.1 Cajas Exportadas/ha – Precipitación acumulada

El número de cajas exportadas por semana para una compañía y aun para una finca, además de ser condicionadas por su disponibilidad, racimos en campo, es un juego de oferta y demanda y por lo tanto, aunque normalmente lo producido, luego del proceso de selección y poscosecha, se exporta y se registra, pueden ocurrir eventos en los que se han tenido que desechar racimos comercialmente aptos y de los cuales no se obtuvo acceso a un registro detallado. Por lo tanto es posible que algunas interpretaciones de las figuras tengan su explicación en esta situación.

Una vez ocurrida la parición de la planta, aparición de la bacota (figura 8.7), se continua con el proceso de llenado del racimo, por lo tanto, el periodo previo a la parición y el de llenado del racimo son de importancia para evaluar la relación precipitación – producción. Recordemos que para Mira (2003), en Urabá luego de un periodo de sequia largo, la recuperación del ratio y la productividad se logra luego de que han transcurrido entre 24 y 26 semanas después del inicio sostenido de las lluvias, periodo que corresponde al embolse y posterior llenado de la fruta y a la emisión de las últimas 13 o 14 hojas. De esta manera el análisis de frecuencias bivariada para las cajas exportadas/ha de la finca Alameda indica que para 2 semanas anteriores a la cosecha, precipitaciones acumuladas en el rango entre 200 y 300 mm presentaron productividades mayores a 100 cajas/ha y precipitaciones mayores a 400 mm significaron productividades por debajo de 25 cajas/ha. Para 7 semanas obsérvese el comportamiento de las barras azules, 50 – 75 cajas/ha, las cuales crecen hasta el rango de precipitación de 300 – 450 mm para luego disminuir, sin embargo las barras amarillas (75 – 100 cajas/ha), aumentan paulatinamente de magnitud incluso con precipitaciones de 450 a 600 mm. Este comportamiento se replica para la mayoría de figuras, explicado, por la buena infraestructura de drenaje de la finca Alameda y por lo tanto adecuado régimen de humedad de suelo aun con precipitaciones elevadas (Anexo A.2).

En la figura 9.39 para la finca María Rosario ubicada en el municipio de Apartadó se observa que para 8 semanas de precipitación acumulada, en el rango de 300 – 450 mm, se alcanzan la mayor cantidad de cajas/ha. precipitaciones mayores o menores a este rango implicaron un menor número de cajas exportadas.

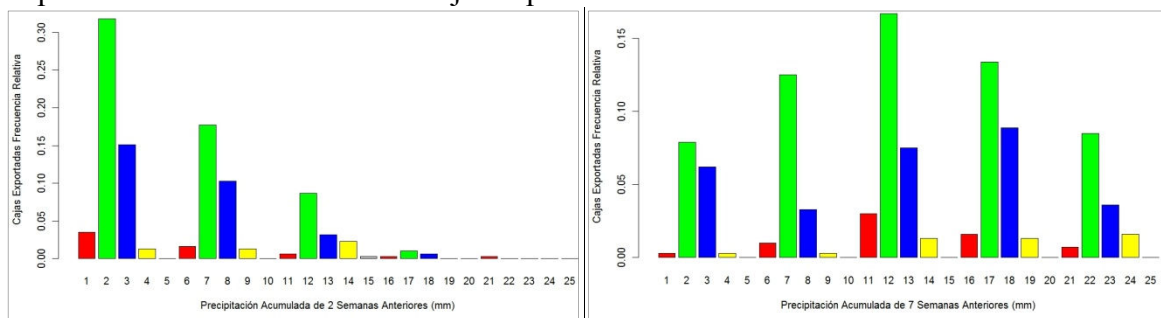


Figura.9.38: Análisis de frecuencias bivariado. Cajas exportadas/ha y precipitación acumulada. Finca Alameda.

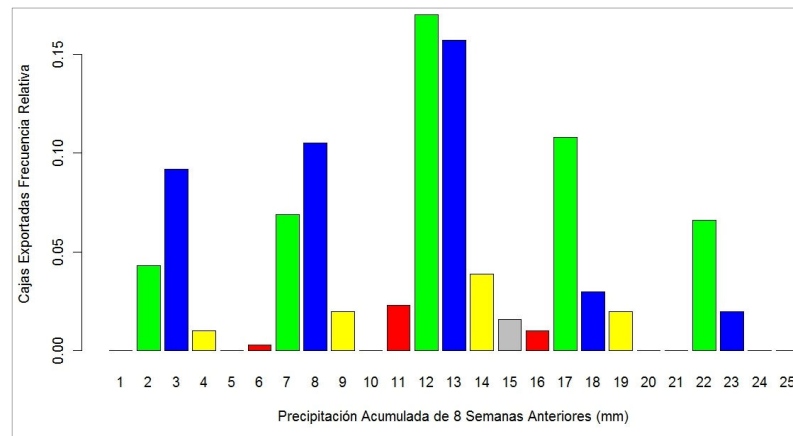


Figura 9.39: Análisis de frecuencias bivariado. Cajas exportas/ha y precipitación acumulada. Finca María Rosario.

9.4.2 Embolses/ha – Precipitación acumulada

El embolses, como labor cultural, es un medio por el cual se controla el momento de la floración y permite llevar una contabilidad de la fruta en campo próxima a salir (9 – 12 semanas). Para Mira (2003), en Urabá el menor número de bacotas embolsadas por Ha en una semana, se presenta durante los últimos días de la temporada seca como consecuencia del crecimiento retardado que viene teniendo la planta, coincidiendo también con el mayor número de racimos abortados cuando hay una situación de estrés hídrico grave. Así mismo el número de bacotas embolsadas alcanza valores cercanos a 50, transcurridas aproximadamente trece semanas después del inicio de las lluvias.

Para la finca Alameda para 4 semanas precipitaciones en el rango de 0 – 125 mm significaron mayor proporción de embolses del orden de 50 – 75 embolses/ ha (barras azules) los cuales disminuyen y pierden proporción respecto a las barras verdes (25 – 50 embolses / ha) al aumentar la lamina de precipitación acumulada. Para 8 semanas de precipitación acumulada, las barras azules (50 – 75 embolses/ha) crecen paulatinamente desde el segundo intervalo de precipitaciones hasta alcanzar una mayor magnitud que las barras verdes (25 – 50 embolses/ha), en el rango de precipitaciones > 600 mm. Sin embargo se alcanzaron embolses por encima de 100 racimos embolsados/ha solo cuando las precipitaciones fluctuaron entre 300 – 600 mm. Nótese que para todas las figuras (Anexo A.3) desde la semana 4 en adelante precipitaciones en el intervalo más bajo nunca significaron embolses menores a 25 embolses/ha (barras rojas), lo que si sucedió en los demás intervalos. Para 25 semanas de precipitación acumulada se presentaron embolses por encima de 100 embolses/ha (barras grises) con precipitaciones del orden de 700 – 1050 mm, en ninguno de los otros intervalos se presentó esta situación. La proporción entre barras azules y verdes aumenta a medida que es mayor la precipitación acumulada, por lo que el número de embolses pasa del rango de 25- 50 embolses/ha al rango de 50 – 75 embolses / ha con el incremento de la precipitación.

Para la Finca Rita María (figura 9.41) ubicada al norte en el Municipio de Turbo, para 12 semanas de precipitación acumulada, embolses por debajo de 25 embolses/ha solo se presentaron cuando la lamina de precipitación acumulada fue menor a 675 mm. La mejor



proporción entre las barras verdes, azules y amarillas se alcanza con precipitaciones comprendidas entre 225 y 450 mm.

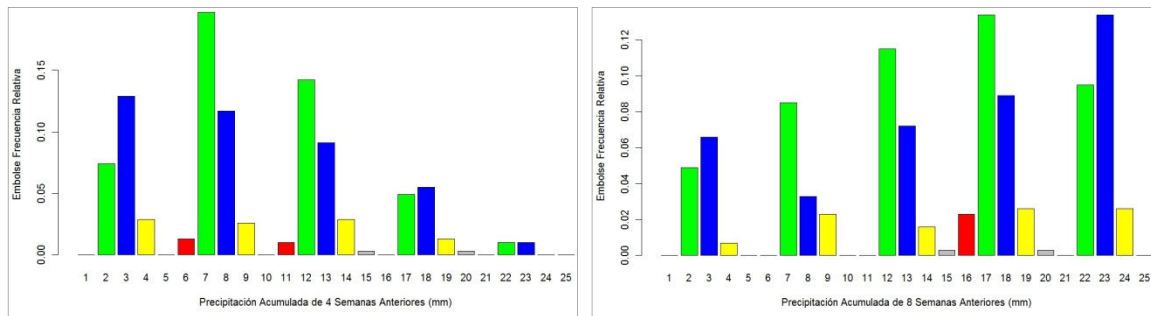


Figura 9.40: Análisis de frecuencias bivariado. Cajas Exportas/ha y precipitación acumulada. Finca Alameda.

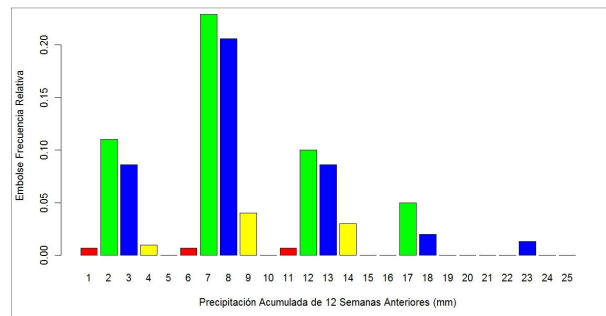


Figura 9.41: Análisis de frecuencias bivariado. Cajas exportas/ha y precipitación acumulada. Finca Rita María.

9.4.3 Ratio – Precipitación acumulada

Para la finca Alameda (figura 9.42) para 4 semanas de precipitación acumulada obsérvese el comportamiento de las barras azules (ratios de 0.8 – 0.95), amarillas (ratios de 0,95 – 1,1) y grises (ratios > 1,1). En el precipitación de 250 a 375 mm, se alcanza la mayor diferencia entre barras amarillas y azules, indicando que cuando ocurren lluvias en este intervalo se presentan preferencialmente ratios del orden de 0,95 – 1,1 situación que cambia para precipitaciones por fuera de este rango. Sin embargo los mayores ratios (barras grises) se presentaron con precipitaciones en el rango de 0 – 125 mm, dichas barras fueron disminuyendo paulatinamente con el incremento de la precipitación. Para 8 semanas existe un crecimiento progresivo de las barras amarillas respecto a las azules con el incremento de la lámina de precipitación acumulada, lográndose un número más elevado de ratios mayores 0.95, proporcionalmente con los demás intervalos, para precipitaciones mayores a 600 mm. Para la finca Rita María para 6 semanas, ratios comprendidos entre 0,95 – 1,1 se lograron con precipitaciones entre 125 y 250 mm. Ratios mayores a 1,1, solo se presentaron cuando ocurrieron precipitaciones menores a 250 mm. Precipitaciones mayores a 375 mm implicaron una mayor proporción de ratios en el rango de 0,65 – 0,8 (barras verdes).

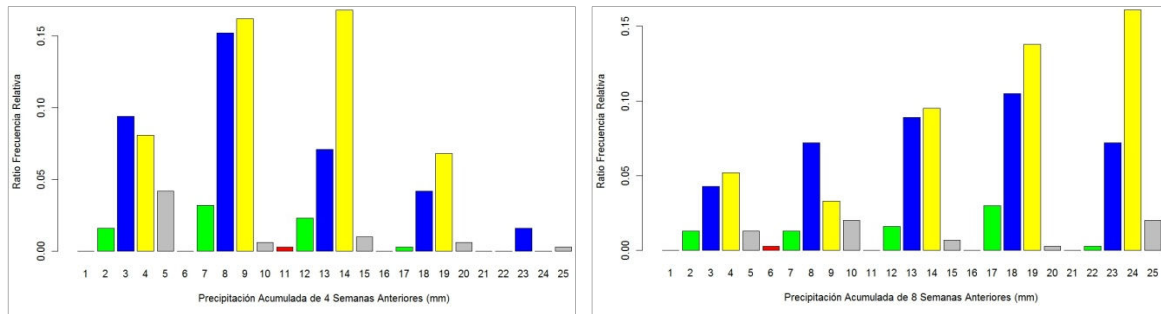


Figura 9.42: Análisis de frecuencias bivariado. Ratio y precipitación acumulada. Finca Alameda.

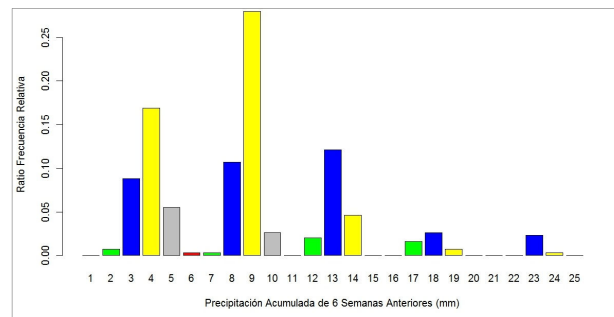


Figura 9.43: Frecuencias bivariado. Ratio y precipitación acumulada. Finca Rita María

9.5 Comparación zonas norte y sur del eje bananero

Históricamente, en promedio, las fincas más productivas se encuentran ubicadas en la zona norte del eje bananero, sin embargo los análisis realizados en el periodo y fincas estudiadas muestran comportamientos contrarios, esta situación puede ser explicada en particularidades de cada una de las fincas, como resultado de eventos no registrados o de difícil cuantificación, todo esto debido al azar con que fueron escogidas las fincas.

Para el análisis se construyeron gráficas de cuantiles de las variables cajas exp. / ha, racimos embolsados / ha y ratio, para las zonas norte y sur del eje bananero. En la zona norte se unificaron las series de embolse, cajas exportadas y ratio de 5 fincas (Rita María, Rancho Amelia, Doña Angela, Maria Rosario y Cafetal) ubicadas en los municipios de Turbo y Apartadó. En la zona sur se unificaron igual número de series de 3 fincas (Diamante, Alameda y Banafinca) ubicadas en los municipios de Chigorodó y Carepa.

En general se observa que las fincas ubicadas en el costado sur del eje bananero presentan mayores valores de cajas exp./ha, embolse/ha y ratio que las fincas ubicadas al norte. Esta situación es particularmente evidente en el ratio.

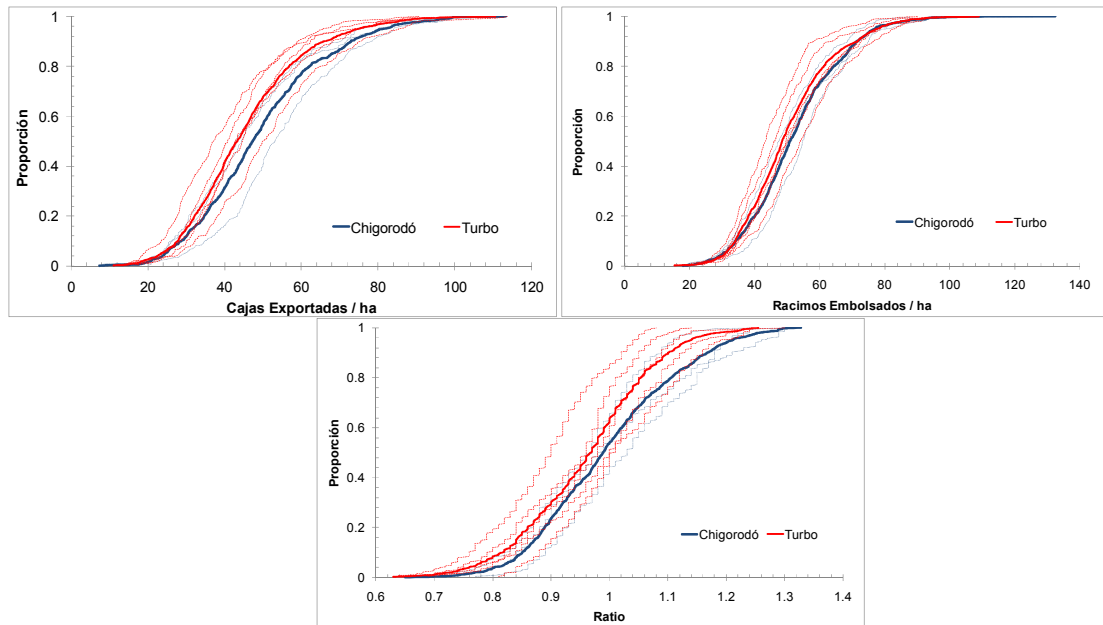


Figura 9.44: Gráfico de cuantiles de cajas exportadas, embolse y ratio para las dos zonas.

Se realizó un análisis de comparación de los valores medios de cajas exportadas, ratio y racimos embolsados y la precipitación acumulada de 6, 12 y 24 semanas. Para el caso se usaron las series unificadas de embolse, ratio y cajas exportadas para las dos zonas. Se clasificaron las series de embolse, cajas exportadas y ratio según los intervalos de precipitación que se muestran en la tabla 9-2 para luego realizar el análisis de comparación.

Tabla 9-2: Categorías de precipitación en el análisis de medias

Categoría*	Intervalo de Precipitación (mm)		
	6 Semanas	12 Semanas	24 Semanas
T1 - C1	< 100	< 200	< 500
T2 - C2	100 - 200	200 - 400	500 - 1000
T3 - C3	200 - 300	400 - 600	1000 - 1500
T4 - C4	300 - 400	600 - 800	> 1500
T5 - C5	400 - 500	800 - 1000	
T6 - C6	500 - 600	> 1000	
T7 - C7	> 600		

* C (Zona Sur, Chigorodó) *T (Zona Norte Turbo)

En las figuras 9.45, 9.46 y 9.47 se observan unos mayores valores medios para las variables embolse, cajas exportadas y ratio para la zona sur al compararse con la zona norte.

Bajas y elevadas precipitaciones causan disminuciones en el embolse en las dos zonas. Para 12 semanas se observa cómo se logran los mayores embolses en la zona sur con



precipitaciones en las categorías C4 y C5, es decir láminas entre 600 y 1000 mm. Para el ratio, aumentos en las precipitaciones fueron asociados a ratios paulatinamente menores, particularmente para precipitaciones de 6 y 12 semanas. Para 24 semanas de precipitación acumulada se observa un aumento gradual en el valor medio del ratio conforme se alcanzan láminas entre 1000 y 1500 mm, láminas superiores implican unos menores valores, particularmente para la zona sur.

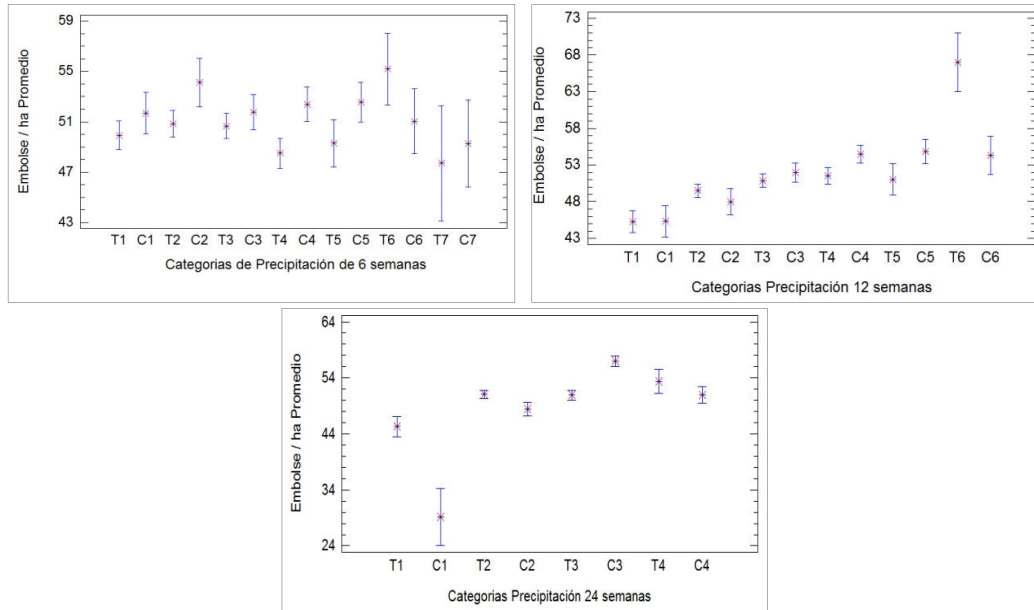


Figura 9.45: Grafico de comparación de medias de embolse con intervalos LSD del 95%

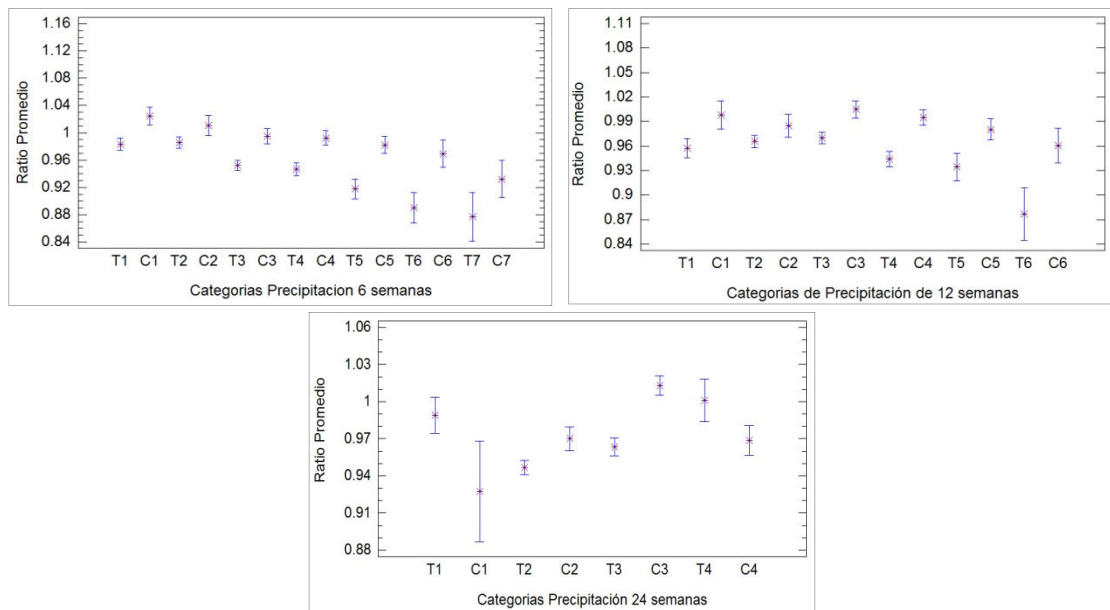


Figura 9.46: Grafico de comparación de medias de ratio con intervalos LSD del 95%

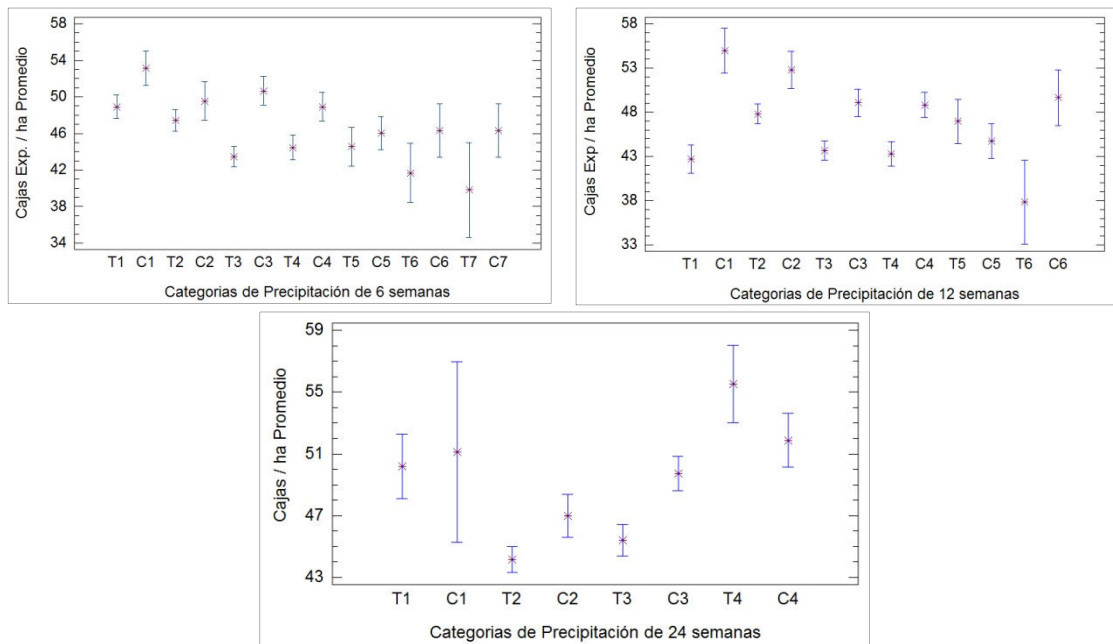


Figura 9.47: Grafico de comparación de medias de cajas exportadas con intervalos LSD del 95%

Del anterior análisis se puede asegurar que la precipitación afecta fuertemente la producción de banano en el Urabá antioqueño, valores elevados o bajos de esta variable afectan la disponibilidad hídrica para el cultivo y consecuentemente causan disminuciones en los valores de ratio, embalse o cajas exportadas. Sin embargo, al comparar los resultados obtenidos para las diferentes fincas, se advierte que la infraestructura disponible en el cultivo, particularmente su calidad (diseño, mantenimiento, etc), modifica las relaciones entre la precipitación, el embalse, ratio y la producción. Por lo tanto, es importante estudiar cuidadosamente una metodología para clasificar previamente las fincas según nivel tecnológico, tipo de suelo, infraestructura, insumos, entre otros, antes de analizar las relaciones de la precipitación con las variables del cultivo (embalse, ratio y cajas exportadas). Esta propuesta de trabajo futuro, permitirá por ejemplo, realizar análisis de tipo económico en cuanto a la susceptibilidad del cultivo a eventos extremos según rangos de inversión.