

AGR
0647P

Hemeroteca

055076

**ESTUDIO DE LA DINAMICA FITOSANITARIA DEL COMPLEJO DEL
VANEAMIENTO DE LA PANICULA EN EL CULTIVO DEL ARROZ EN LA
ZONA DE VILLAVICENCIO 2011**

VICTOR JULIO GARCIA RUIZ

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
PROGRAMA DE ING AGRONÓMICA
VILLAVICENCIO
2011**

**ESTUDIO DE LA DINAMICA FITOSANITARIA DEL COMPLEJO DEL
VANEAMIENTO DE LA PANICULA EN EL CULTIVO DEL ARROZ EN LA
ZONA DE VILLAVICENCIO**

VICTOR JULIO GARCIA RUIZ

CODIGO 110001507

**TRABAJO DE PASANTIA PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR
EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO**

CORDINADOR DE PASANTIA

I A M Sc OLGA LUCIA HIGUERA ACOSTA

I A ALVARO ALVAREZ

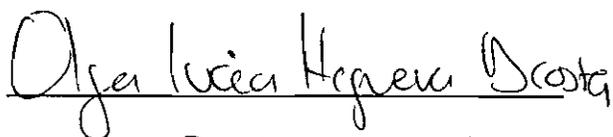
**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
PROGRAMA DE ING AGRONOMICA
VILLAVICENCIO**

2011

Nota de aceptacion



Firma de Jurado



Director empresarial

Villavicencio 18 Noviembre 2011

AGRADECIMIENTOS

Primero, quiero agradecer a DIOS, por hacer posible llegar alcanzar esta meta importante en mi vida profesional. Por permitirme conseguir este nuevo objetivo en mi vida que es muy importante, y darme la suficiente fuerza y sabiduría para lograrlo.

Agradecer a mis padres, por inculcarme valores de responsabilidad y respeto, porque con esto, he sido una sobresaliente persona y un mejor profesional. A mi madre, ROSA RUIZ, que me ha inculcado valores para ser mejor persona y mejor hijo. A mi padre, VICTOR GARCIA, que me ha inculcado la honestidad y la responsabilidad. Muchas gracias. A ellos, les dedico este trabajo.

También expreso mis más sinceros agradecimientos a la familia FEDEARROZ – FNA, hogar a que ha hecho posible esta pasantía y que me han aportado grandes conocimientos en el cultivo del arroz.

Agradecer a la Ing. OLGA LUCIA HIGUERA ACOSTA por su paciencia por todos los conocimientos que de manera generosa me ha aportado, y por su orientación en este trabajo de grado. También quiero reconocer a la Ing. PATRICIA GUZMÁN, por la oportunidad de compartir parte de sus experiencias conmigo.

Al profesor, ALVARO ALVAREZ, Jurado de pasantía, por haber acompañado en este proceso y aportarme a mejorar mi trabajo.

Agradecimientos especiales al profesor y amigo EDUARDO CASTILLO, por su incondicional apoyo. También quiero agradecer a los profesores CRISTOBAL LUGO y NYDIAM CARMEN CARRILLO, por todo apoyo.

Agradecer a todos los profesores de la Universidad de los Llanos por los aportes significativos a la formación de profesionales de Ing. Agronómica.

A todos mis compañeros y amigos de universidad A David Ricardo, Gustavo Gomez, Xiomara Ruiz, Carolina Rodriguez, Emma Lopez Johan Lombana, Eduardo Zuleta Cristiam Carrillo, Leandro Lemus en fin, agradecer a todos mis compañeros de la universidad, que de una u otra manera me apoyaron en la universidad

Tambien quiero agradecer a mis hermanos DIEGO y LEIDY JOHANNA Y a mi mamadrasta AURA HERNANDEZ

Agradecer a ELKIN TENORIO, por ser un amigo incondicional y un gran hermano

Y por ultimo, quiero agradecer a todas las personas que de una u otra manera me apoyaron en mi trabajo y me aportaron a ser mejor persona

VICTOR JULIO GARCIA RUIZ

El director y los jurados examinadores de este trabajo de grado no serán responsables por las ideas emitidas por el autor del mismo

Art 24, Resolucion 04 de 1984

TABLA DE CONTENIDO

1	ESTADO DEL ARTE DEL SECTOR	1
2	FEDEARROZ	3
2 1	Reseña histórica	3
2 2	Misión	4
2 3	Visión	4
2 4	Valores institucionales	5
2 5	Políticas de calidad	6
2 6	Objetivos de calidad	6
3	INTRODUCCION	7
4	REVISION BIBLIOGRAFICA	9
5	JUSTIFICACION	12
6	OBJETIVOS	14
6 1	Objetivos especificos	14
7	MATERIALES Y METODOS	15
7 1	Localizacion	15
7 2	Materiales	15
7 3	Materiales a evaluar	15
7 4	Metodologia	16
8	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	19
9	RESULTADOS Y DISCUSIONES	20
9 1	Frecuencia del acaro	
	<i>Steneotarsonemus pinki smiley</i>	20
9 2	Analisis de presencia de	
	<i>Burkholdena glumae</i>	27
9 3	Monitoreo de otros patogenos	30
9 3 1	Raiz y Tallo	30

9 3 2 Hoja	33
9 3 3 Panícula	34
9 4 Monitoreo de clima	35
9 4 1 Temperatura	35
9 4 2 Radiación solar	39
9 4 3 Precipitación	44
9 4 4 Humedad relativa	49
9 5 Otros factores	51
9 5 1 Suelo	51
9 5 2 Aplicación de agroquímicos	52
10 CONCLUSIONES	53
11 OTRAS LABORES REALIZADAS	56
12 RECOMENDACIONES	57
BIBLIOGRAFIA	58
ANEXOS	60

LISTA DE TABLAS

TABLA No 1	Formato para monitoreo en campo	16
TABLA No 2	Formato para el conteo <i>S. pinki</i> en laboratorio	18
TABLA No 3	Resultado de los análisis bromatológicos de las variedades evaluadas	26
TABLA No 4	Fases de desarrollo del arroz, en comparativo de fechas de siembra del cultivo de arroz, en el primer semestre	45

LISTA DE GRAFICAS

GRAFICA No 1	Frecuencia de acaros <i>S spinky</i> por municipios arroceros Monitoreo 2011	23
GRAFICA No 2	Frecuencia Acaros <i>S spinky</i> de acuerdo a las variedades comerciales Monitoreo 2011	24
GRAFICA No 3	Frecuencia comparativa de la poblacion del acaro <i>S spinki</i> , con respecto a la aplicacion de productos Quimicos	25
GRAFICA No 4	Frecuencia de presencia de la bacteria <i>B glumae</i> en los municipios arroceros Monitoreo 2011	28
GRAFICA No 5	Porcentaje de Frecuencia de enfermedades del complejo del vaneamiento arroz Monitoreo 2011	32
GRAFICA No 6	Temperaturas maximas y minimas Villavicencio 2011	38
GRAFICA No 7	Demanda acumulada de energia solar para el cultivo de arroz, dependiendo de la etapa de desarrollo	39
GRAFICA No 8	Efecto de la radiacion solar, en las diferentes etapas de crecimiento, sobre el rendimiento del cultivo de arroz (Tomado de Yoshida y Parao, 1976)	42
GRAFICA No 9	Energia Solar Cal/cm ² /dia Villavicencio 2011	43

GRAFICA No 10	Precipitacion (mm) Villavicencio 2011	47
GRAFICA No 12	Precipitacion (mm), durante los meses de Junio y Julio Villavicencio 2011	48
GRAFICA No 13	Humedad Relativa Villavicencio 2011	50

ESTUDIO DE LA DINÁMICA FITOSANITARIA DEL COMPLEJO DEL VANEAMIENTO DE LA PANICULA EN EL CULTIVO DEL ARROZ EN LA ZONA DE VILLAVICENCIO 2011

1 ESTADO DEL ARTE DEL SECTOR

El departamento del Meta, reconocido por su amplia frontera agrícola se destaca por tener dentro de su actividad agrícola, grandes extensión de cultivo de arroz (*Oryza sativa*) Esta actividad económica, le reconoce a la región importancia para la producción mecanizada de este cereal. Según el DANE para el primer semestre del año 2010 el departamento del Meta, se destacó a nivel nacional por sembrar 80700 hectáreas, lo que represento a nivel nacional el 30% del área sembrada en Colombia. Sin embargo, las mismas cifras del DANE, indica que las áreas sembradas no correlacionan al aporte de la producción nacional, pues su participación no supero el 6%. Las cifras indican que el promedio de producción por área no supera el 5,4 Ton/Ha, sobrellevando promedios de producción bajos (Boletín de prensa Encuesta nacional de arroz mecanizado – 2010)

Explorando y confrontando las regiones arroceras a nivel nacional, la región central (Huila y Tolima) presenta mejores rendimientos debido a la oferta climática que en comparación de la región de los Llanos es desfavorable y variable, por ende el promedio de producción, es relativamente bajo. Este breve análisis del panorama arrocerero departamental, indica que la sostenibilidad económica está relacionada a diversos factores, pero solo el buen uso de los

recursos naturales, constituye a mejorar la productividad y generar resultados a favor de la sostenibilidad

Ahora bien, en los últimos años las metas gremiales y económicas de este sector, se han concentrado en buscar la competitividad de este producto en los mercados internacionales, ante la posibilidad de una apertura económica, como el TLC con los Estados Unidos de América. Esta competitividad se basa en la disminución de costos por tonelada de producción de arroz y un mayor número de panículas por hectárea, pero ante este panorama agrícola, las alternativas a seguir son la búsqueda de las buenas prácticas agrícolas que además de ser conocidas son aplicables a mejorar esta realidad.

Las nuevas metas competitivas comprometen por nuevas acciones que arremetan contra las nuevas tendencias fitosanitarias que complican el cultivo del arroz, es especial el complejo del vaneamiento del arroz. Este complejo del vaneamiento se encuentran embrollados por varios factores patológicos entre los que se destacan *B. glumae* y *Sarocladium oryzae* que junto con la presencia del acaro *S. spiniki*, han generado toda clase de especulaciones y temores alrededor de estos organismos, que sin tener fundamentos fuertes y propios, generan en la gran mayoría de los productores, pasos en falso para el manejo de estas limitantes.

No solo los factores patológicos comprometen la producción arrocería, pues los fenómenos de cambio climático han aportado a la intranquilidad de los productores. La alternancia de los fenómenos de "El Niño" y "La Niña", ha causado cambios inesperados en el brillo solar, temperatura, precipitación y humedad relativa que sin tener claro las respuestas de manejo adecuado comprometen los objetivos de competitividad.

2 FEDEARROZ

2.1 *Reseña histórica*

El VII Congreso Nacional de Arroceros celebrado en el año de 1960 dio inicio a la formación de lo que más adelante se constituyera en el gran apoyo de los agricultores para el desenvolvimiento de la Investigación, transferencia de tecnología y la comercialización propias del cultivo y estableció una cuota voluntaria para el Fomento Arrocero equivalente a cinco centavos por cada kilo de arroz cáscara (paddy) cosechado y producido por sus afiliados. Este recaudo, cuya base no sobrepasó el diez por ciento (10%) de la producción total se percibió hasta 1964.

Esta decisión inicial del evento Arrocero, llevó a que el Congreso de la República expidiera la Ley 101 de 1963, por medio de la cual creó con carácter parafiscal y de obligatorio cumplimiento para todos los agricultores del cereal, la Cuota de Fomento Arrocero y facultó a la Federación Nacional de Arroceros para percibirla directamente de las entidades que compraran o beneficiaran el grano. Así mismo en 1964 el gobierno promulgó el Decreto 1649 mediante el cual reglamentó la Ley 101 y se inició el recaudo de los fondos.

Veinte años más tarde la Ley 101 fue modificada por la Ley 67 de 1983 estableciendo como Cuota de Fomento Arrocero el 0.5 por ciento del precio de venta de cada kilogramo de arroz, porcentaje que aun permanece vigente.

La Ley 67 de 1983 reglamentada por el Decreto 1000 de 1984, estableció el Fondo Nacional del Arroz y determinó que los recursos de dicho Fondo se aplicaran a la ejecución o financiación de programas de investigación, transferencia de tecnología, comercialización en armonía con las metas y políticas trazadas por el sector rural y la actividad agrícola dentro del Plan Nacional de Desarrollo, de manera que se consigan beneficios tanto para los productores como para los consumidores nacionales

2 2 *Misión*

Generar tecnología que asegure la competitividad del productor dentro de un marco de sostenibilidad económica y ambiental, mediante el manejo eficiente de la cuota de fomento arrocero

2 3 *Visión*

Somos un exitoso modelo de manejo de recursos parafiscales, reconocido como un centro de investigación y transferencia de tecnología orientado a satisfacer las necesidades de los arroceros y a fortalecer el desarrollo del sector

2 4 *Valores Institucionales*

Liderazgo Somos líderes en el desarrollo de la investigación del arroz contribuyendo de manera eficaz en el desarrollo del sector agropecuario ofreciendo servicios diferenciados y confiables, utilizando eficientemente nuestros recursos e innovando nuestros procesos

Servicio Satisfacemos y superamos las expectativas de los productores contribuyentes de la cuota de fomento arrocero, generando credibilidad, confianza mutua y fidelidad

Confianza Sentimiento de credibilidad construido y generado por el Fondo Nacional del Arroz frente a los productores de arroz, sus colaboradores, las entidades gubernamentales y la comunidad en general

Trabajo en Equipo Somos un grupo de personas que reconocemos que unos y otros nos necesitamos, actuamos comprometidos con objetivos y propósitos comunes y somos mutuamente responsables por los resultados

Productividad Realizamos transferencia de tecnología e investigación técnica y económica para asegurar una óptima utilización de los recursos parafiscales recaudados y contribuir al ingreso rentable del productor y al desarrollo sostenible de la actividad arrocera

Cumplimiento Somos responsables del cumplimiento de los objetivos de ley y por tanto de los resultados esperados, por la satisfacción de los productores contribuyentes por el compromiso con las entidades gubernamentales y el desarrollo personal de los colaboradores

2 5 *Política de Calidad*

Buscamos una mejora permanente en la administración de la cuota de fomento arrocerero en nuestro trabajo de investigación y en nuestra comunicación con los agricultores, para entregar tecnología más eficiente y económica y facilitar el proceso de adopción y competitividad de los agricultores arroceros de Colombia

2 6 *Objetivos de Calidad*

- Capacitar agricultores con visión empresarial
- Generar variedades y conocimientos tecnológicos que propicien una mejor rentabilidad del cultivo
- Mantener actualizados los estudios sobre economía del arroz
- Lograr un adecuado y oportuno recaudo de la cuota de fomento arrocerero y una óptima administración e inversión de los recursos

3 INTRODUCCIÓN

La búsqueda de alternativas más productivas, encaminan a los investigadores a buscar formas alternas de manejo del cultivo del arroz. Dentro de la investigación la fitopatología mantiene su importancia, en el estudio de conocimiento y manejo de las limitantes del cultivo del arroz, y representa el estudio de diagnóstico de patologías y de los posibles agentes infecciosos. Esta tendencia investigativa, retorna a la prioridad por ofrecer diagnósticos y manejos adecuados de la bacteria *Burkholderia glumae*, y del posible agente infeccioso como el acaro *Steneotarsonemus spinki smiley*. Aunque también ha servido para el diagnóstico de enfermedades limitantes como *Pyricularia oryzae*, *Cercospora oryzae* y *Sarocladium oryzae*, que de manera activa, ha participado como agentes limitantes en el cultivo del arroz.

El patógeno más involucrado en el complejo del vaneamiento es *Burkholderia glumae*. Esta bacteria fue reportada en el primer semestre del 2007, en el departamento de Córdoba, en los municipios de la Doctrina y Montería (Revista arroz, Sept – Oct 2009), y una vez reconocida el agente causal, Fedearroz emprendió un continuo proceso de monitoreo de las zonas arroceras de Colombia. Para obtener certeza en los diagnósticos, Fedearroz implementó técnicas de pruebas de patogenicidad y diagnóstico con PCR, con primers de la bacteria *Burkholderia glumae*. Con la certeza de estos resultados, y de la presencia de esta bacteria, Fedearroz emprendió esfuerzos para la prevención, monitoreo y búsqueda de alternativas, para el manejo de este patógeno, en el cultivo del arroz.

Sin embargo iniciar esta tarea representó conocer a fondo las características de la bacteria u de otros patógenos implicados en este complejo del vaneamiento, como la epidemiología, sintomatología, la ecología y los factores climáticos que

favorecen el desarrollo de este complejo y lo más importante, era conocer si el acaro *Steneotarsonemus spinki smiley*, es vector o presenta alguna relación directa o indirecta con algún otro tipo de patógeno

Avanzadas las tareas de investigación la prouitud se agrupa en proteger la producción y sanidad de los cultivos de arroz, buscando la transformación el conservadurismo de las prácticas agrícolas y aprendiendo a manejar las nuevas limitantes, sin recaer la responsabilidad de la productividad en mano de un solo figurante

La administración oportuna de los recursos naturales, evoca la búsqueda constantemente de la preservación de los mismos aprendiendo a manejar los diversos factores bióticos y abióticos, que intervienen de manera directa la producción competitiva del cultivo de arroz

4 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Steneotarsonemus spinki es un acarido de la familia Tarsonemidae, un grupo relativamente mediano de ácaros de los cuales se estudian cuatro géneros, debido a su importancia dentro de la agricultura mundial. Entre estos géneros, se encuentra *Steneotarsonemus*. Hasta hace algunos años se tenía reportada la presencia de *Steneotarsonemus bancrofti* (Michael, 1890), en caña de azúcar; *Steneotarsonemus furcatus* (De León, 1956), observado en coco y en diferentes gramíneas; *Steneotarsonemus spinki* (Smiley, 1967) fue la más inédita introducción, debido a la gran importancia en el cultivo del arroz, y por las limitaciones que causan en este cultivo. Esta limitante se ha extendido a varias partes del mundo, donde se ha reportado grandes pérdidas económicas.

Los daños en el cultivo del arroz a causa de este arácnido se remontan en la década del 70 en China, con pérdidas en rendimientos de 30 a 90%, y en Tawán se registró de 20-60% de granos vacíos entre 1976 y 1977. Las características biológicas, lo identifican por ser un arácnido de corto ciclo biológico, (10 a 15 días, en condiciones ambientales normales), que se pueden encontrar en tres estados: huevo, larva y adulto, y la forma de reproducción puede ser sexual o por partenogénesis, cualquiera que sea la forma de multiplicación, su tasa de reproducción es alta (la hembra puede ovopositar un promedio de 70 huevos, en grupo de 2 a 12 huevos, teniendo de 48 a 55 reproducciones en un año). Sus preferencias alimentarias son las partes más suculentas y jóvenes de la planta, se ubican al interior de las hojas en las partes más protegidas de esta. Es por esta razón, que la aplicación de controles, resulta difícil (Rodríguez H, Quiros-McIntire E, 2005). Además de los daños físicos que generan a la planta, transporta las esporas del hongo *Sarocladium oryzae* (Correa F – CIAT 2006) el cual causa pudrición de la vaina y manchado del grano. Este fenómeno se conoce en Asia.

como “Síndrome de la esterilidad de la panícula del arroz” (Rodríguez H, Quiros-McIntire E, 2005) En la actualidad, este síndrome en Colombia se conoce como el “Complejo del vaneamiento del cultivo del arroz”

Según los síntomas observados en campo y laboratorio la alta población causa granos vanos o parcialmente llenos, machado de grano, desde colores pardos hasta colores pardo oscuro o negros. Al interior de las vainas se pueden observar daños en áreas puntuales o zonas necróticas con altos niveles de población del ácaro. Otro indicador de daño causado por este acaro se manifiesta en las panículas, por la presencia de puntos necróticos color marrón, que podían estar disseminados o coalescentes en forma de parche, principalmente en el extremo superior de la vaina de la hoja que envuelve la panícula. Esta lesión puede desarrollarse y cubrir la totalidad de la vaina. Las panículas originarias de vainas necróticas presentaban granos decolorados, arrugados y con manchas en forma de punto de color pardo rojizo hasta la necrosis completa, color pardo sucio a pardo oscuro (Rodríguez H Quiros-McIntire E 2005)

En los tallos se presume la manifestación de este por el color café oscuro, en que estos se tornan. Los principales daños causados por el acaro son directos e indirectos. Directos debido a la alimentación de un gran número de individuos, causando daños físicos a la planta, e indirectos por la inyección de toxinas durante la alimentación causando deformación del tejido vegetal cuando estas toxinas alcanzan la panícula, causan deformación del grano generando los síntomas conocidos como “pico de loro”. Además de la toxina, se comporta como vector principal del hongo patógeno *Sarocladium oryzae*. Cuando la presencia del acaro es muy alta, causan daños físicos al interior de la hoja y facilita la entrada de patógenos. Se reporta que en muchos casos ningún patógeno ha sido aislado de los granos manchados sugiriendo que las toxinas secretadas por grandes poblaciones de ácaros pueden causar reacciones químicas responsables de la decoloración y manchado de los granos (Correa F – CIAT 2006)

Otros estudios concluyeron que el acaro disemina las esporas del hongo *Sarocladium*, llevándolo sobre su aparato bucal y sobre su cutícula. En India, los granos infectados por acaros y que en general presentan un aspecto descolorido o manchado, se han encontrado asociados con una serie de hongos patógenos incluyendo *S. oryzae*, *Fusarium graminearum*, *F. moniliforme*, *Curvularia lunata*, *Alternaria padwickii*, y la bacteria *Burkholderia glumae*.

Años atrás, se presumía que el complejo del vaneamiento, estaba exclusivamente relacionado con la presencia del acaro *S. spinki* y de la bacteria *B. glumae*, debido a los reportes evaluados en la India para el año 1998, quien encontró esta asociación relacionada con este complejo. Pero para el año siguiente, esta teoría de asociativa se replanteó, debido a que se encontró una incidencia alta (cercana al 60%) y severidad alta de la bacteria, pero la presencia del acaro no se reportó (Correa F – CIAT 2006). El problema que en su momento reportó como daño relacionado la bacteria con la liberación de una toxina conocida como ‘Toxoflavina’ la cual causa taponamiento de los haces vasculares y marchitamiento de la planta afectada. La aplicación de los postulados de Koch, permitieron comprobar este daño y reportar la patogenicidad de esta bacteria.

Pero este problema de vaneamiento, ha generado problemas en algunos países de América en los últimos años, donde se han encaminado investigaciones que den a conocer los factores favorables a este fenómeno. Para el año agrícola 2011 en Colombia el síndrome del vaneamiento de la espiguilla del arroz es el principal problema que afecta la producción y la productividad del cultivo de arroz en las cinco zonas arroceras de Colombia, con mayor incidencia en las regiones en el Región Centro (Tolima y Huila) y Región Llanera (Meta y Casanare). Sus causas son complejas y difíciles de especificar, pues este fenómeno ha sido imputado a la interacción de factores asociados a prácticas deficientes de manejo del cultivo y a condiciones climáticas desfavorables al desarrollo del cultivo.

5 JUSTIFICACION

En los últimos cinco años, los problemas sanitarios del cultivo del arroz se ha tomado un giro inesperado, pues la preocupación de enfermedades fungosas como la *Pynculana oryzae* pasaron a otro plano, y los esfuerzos se concentraron en la conglomeración de enfermedades y factores abióticos que están comprometidos con el vaneamiento del cultivo de arroz. Analizando este complejo, la hipótesis más fuerte indica que no es solo la presencia de una bacteria y un acaro sino que además implica otros patógenos fungosos que junto con los factores climáticos cambiantes ha aflorado este problema.

Hay varios factores que al parecer juegan importancia dentro de este complejo de vaneamiento del arroz, entre estos está la presencia del acaro *Steneotarsonemus spinki* Smile, pues se desconoce qué papel juega su población, con respecto al vaneamiento, si este arácnido, es vector de alguna enfermedad, o si el daño físico permite la entrada fácil de patógenos, presentes en el ambiente. También dentro de este complejo se encuentra la presencia de la bacteria *B. glumae*, y una aunque ya se reportó la presencia de esta bacteria en la región llanera los indicios parciales indican que la responsabilidad no puede recaer completamente en ella, debido a que se ha encontrado cultivos libres de este patógeno, pero con problemas de vaneamiento. Otros patógenos, como *Sarocladium oryzae*, *Cercospora oryzae*, y *Fusarium* que pueden estar relacionados con este complejo aunque no se ha comprobado a cabalidad, la responsabilidad que estos puedan tener.

El reto de este trabajo es reunir la mayor información de los factores bióticos a abióticos involucrados de manera directa e indirecta con este complejo. No obstante las primeras hipótesis plantean que el cambio climático, es el mayor determinante de este problema. Este estudio a su vez, permitirá tener una visión

más clara del rumbo que debe asumir el sector arrocero, en el manejo agronómico, conservación de los recursos naturales y proyectar a los productores a la búsqueda alternativas sostenibles

6 OBJETIVO

Monitorear y reconocer los factores bióticos y abióticos relacionados con el complejo del vaneamiento del cultivo del arroz

6.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Conocer la frecuencia poblacional del acaro *Steneotarsonemus spinki smiley*
- Realizar monitoreos en la zona arroceras de Villavicencio, de la presencia de la bacteria *Burkholderia glumae*
- Realizar monitoreo de otras enfermedades relacionadas con el complejo del vaneamiento del cultivo del arroz
- Realizar un mapa de distribución de la bacteria *Burkholderia glumae* y del acaro *Steneotarsonemus spinki*
- Relacionar factores climáticos con el complejo del vaneamiento del cultivo de arroz

7 MATERIALES Y METODOS

7 1 *Localización*

Departamento Meta

Municipios Villavicencio Puerto López

7 2 *Materiales*

Bolsas de papel

Cinta

Marcador

Cajas plásticas

Laminas portaobjetos

Laminas cubreobjetos

Estereoscopio

Microscopio

Formato de toma de datos

7 3 *Materiales a evaluar*

Cultivo de arroz con las variedades presentes en la zona

planta se seleccionada la hoja numero 1 y 2, y se observa en estereoscopio, el numero de ácaros, numero de huevos, y presencia de acaros benéficos. Con estos datos, se verifica el porcentaje de infestación (Tabla No 2)

Análisis de composición nutricional de variedades Permite por medio de análisis bromatológicos, conocer la composición cualitativa y cuantitativa de las diferentes variedades de arroz, a fin de relacionar si existe alguna preferencia alimenticia del acaro *S. spinki*

Determinación de presencia de Bacteria B. Glumae Se toman 20 panículas al azar y se envía a laboratorio especializado (Universidad Distrital), que mediante pruebas de patogenicidad y diagnóstico de PCR con primers específicos de *B. glumae*, que determina la presencia de la bacteria

Diagnósticos de otros patógenos Parte de las muestras colectadas en campo se colocan en cámara húmeda, a fin de crear condiciones adecuadas para la manifestación de otros patógenos presentes en la planta y que pueden estar asociados al complejo del vaneamiento del cultivo del arroz

Recolección de Información Climática Al final de cada mes se descargarán la información climática, de la estación experimental de Santa Rosa. Estos datos permitirán hacer un comparativo de los estados de desarrollo del cultivo arroz con respecto a la oferta climática, y de las variables que puede tener el cambio climático

Tabla No 2 Formato para el conteo *S. pinki* en laboratorio

FORMATO PARA CONTEO DE ACARO						
	AGRICULTOR	VARIEDAD	NUMERO DE ACAROS	NUMERO DE HUEVOS DE ACAROS	NUMERO DE ACAROS BENEFICOS	OBSERVACIONES
Hoja 2						
Hoja Bandera						
Hoja 2						
Hoja Bandera						
Hoja 2						
Hoja Bandera						
Hoja 2						
Hoja Bandera						

8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																								
Actividades	Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Introducción y capacitación para el manejo de muestras y toma de datos	x																							
Visitas de lotes de arroz y recolección de muestra		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Monitoreo y conteo del acaro <i>S. spinki</i> en las muestras recolectadas		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Envío de muestras a laboratorio especializado para determinación de presencia <i>B. glumae</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Detección de otros patógenos, por medio de cámaras húmedas		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Recolección de información de datos de clima				x				x				x				x				x				
Análisis bromatológico de las variedades de arroz													x	x	x	x	x	x	x	x				
Organización y tabulación de datos																					x	x		
Análisis de datos																					x	x		
Entrega y exposición de resultados																						x	x	

9 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Se realizaron visitas de monitoreo en las diferentes veredas correspondiente al municipio de Villavicencio. En este monitoreo se recolectaron muestras con síntomas de vaneamiento y manchado de grano. Así mismo, en las visitas de monitoreo, se recolectó la mayor información correspondiente al lote de arroz, como también de los síntomas observados en campo (Ver **Tabla No 1** Formato para monitoreo en campo)

Una vez realizada la visita de monitoreo y recolectada las muestras se procedía a su análisis en laboratorio.

9.1 FRECUENCIA DEL ACARO *Steneotarsonemus spinki smiley*

En las observaciones realizadas en las muestras tomadas en campo, se pudo determinar la presencia no solo del acaro *S. spinki* y sus huevos, sino que además, la presencia de otros ácaros benéficos como Fitoseidos. Se realizaron visitas de monitoreo repartidos en las 13 veredas arroceras del municipio de Villavicencio. Todas las visitas de monitoreo se realizaron de acuerdo a la metodología establecida para el seguimiento de este arácnido.

Los resultados iniciales mostraban la presencia del acaro en todas las muestras. Una vez establecida las cifras estadísticas de frecuencia, se pudo establecer la hipótesis inicial, que los ácaros presentaban preferencia alimenticias por algunas variedades de arroz. Esta hipótesis se basó en la cantidad de los ácaros *S. spinki* en diferentes variedades, bajo un mismo escenario edafoclimático y manejo agronómico, pues se presentaban diferencias significativas.

Enmarcada esta diferencia, se inicio un ensayo de monitoreo con 7 materiales, comerciales de la zona de los Llanos Para este ensayo se busco que todos tuvieran el mismo escenario edafoclimático y manejo agronómico A razón de estos requisitos el monitoreo se realizo en la estacion experimental de Santa Rosa

Los resultados finales (Tabla No 3) mostraron, que no existian relación de la preferencias alimenticias del acaro y que la frecuencia de presencia de los acaros, no estaba relacionada con la fibra, proteínas, grasas y otras características que permitiera establecer diferencia significativa en los resultados Al parecer existen otro tipo de características que establece una diferencia preferencial del acaro *S. pinki*

Otro estudio, permitio establecer la población del acaro esta vez con respecto al control quimico La idea principal del ensayo era establecer la diferencia de población de los ácaros con respecto a las aplicaciones quimicas, para el control de la población del mismo La hipótesis inicial planteo que uso de controles quimicos, ayudaban a controlar la población, mantener la población en niveles muy bajos y evitar daños que representaran problemas graves, como el vaneamiento del arroz El ensayo básico, consistió en hacer seguimiento a la población de ácaros *S. pinki*, con o sin aplicación del producto

EL lote seleccionado para la este ensayo se ubico en Puerto Lopez, en la vereda El tigre, zona en donde se reporto por primera vez, la presencia del acaro *S. pinki* y la bacteria *B. glumae* El lote comercial de arroz contaban con todos los manejo agronómicos, y al igual que otro lotes, presentaba un alta presión de enfermedades, plagas y condiciones ambientales En el lote se realizo una aplicación de Profenofos, en una dosis de 1,2 Lt/ha Después de cuatro dias de realizada la aplicación, la población de ácaros, presentaba una diferencia significativa en una relación de 3:1 (Grafica No 3) Por cada tres ácaros

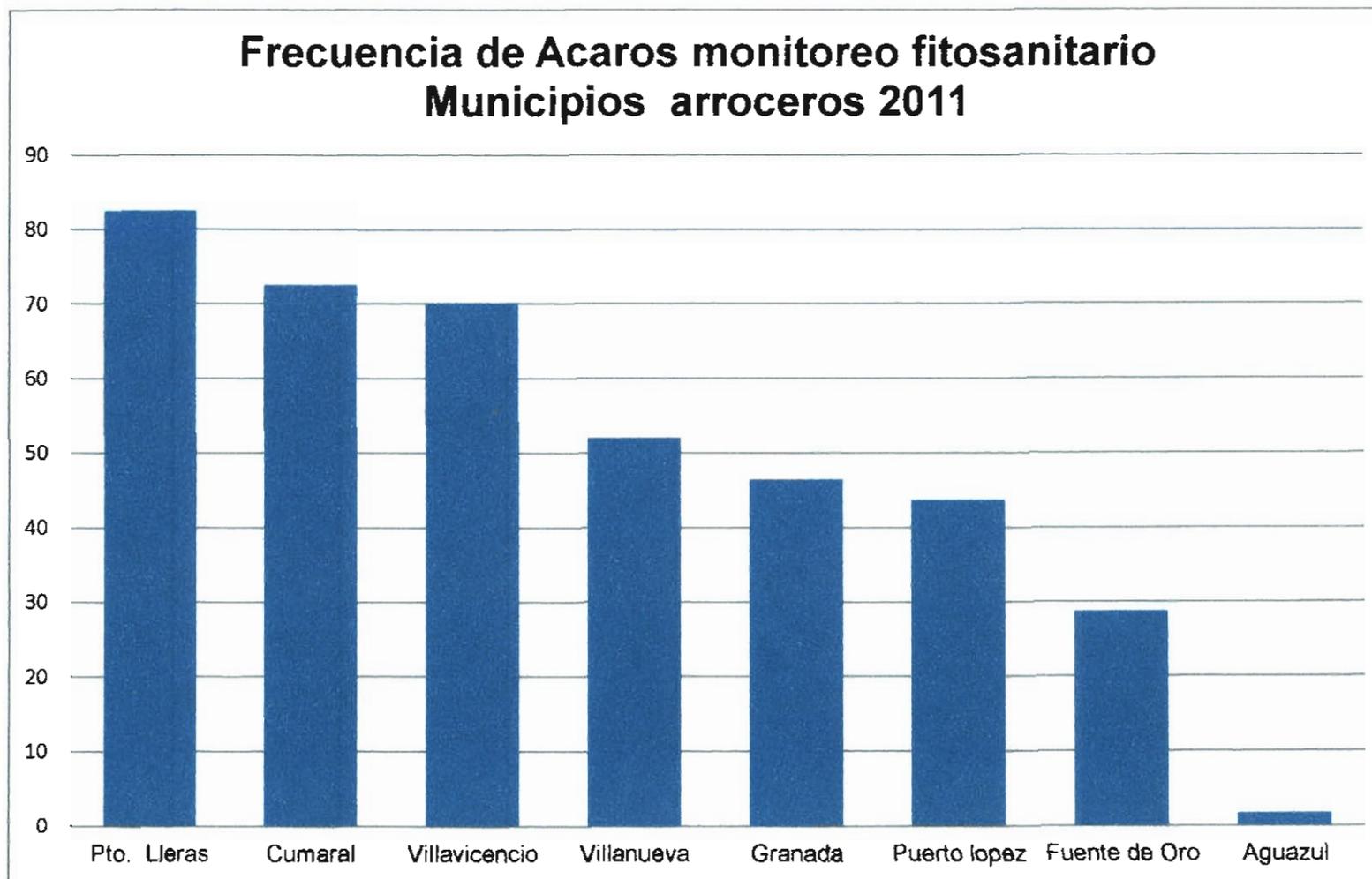
encontrados en las muestras expuestas a la aplicación química, se encontró un ácaro en las muestras donde no se realizó aplicación. Por otro lado, la relación de huevos de ácaros, entre los tratamientos estuvo 2:1, manteniendo la ventaja poblacional la aplicación química. Por otro lado, la población de ácaros beneficiosos, no tuvo resultados significativos que aportaran índices de disminución o aumento de población de esta población.

Es importante resaltar que la población de los ácaros, cuenta con controladores naturales y que la población de este, se regula de acuerdo a las condiciones climáticas o de los equilibrados manejos agronómicos que se realizan en campo.

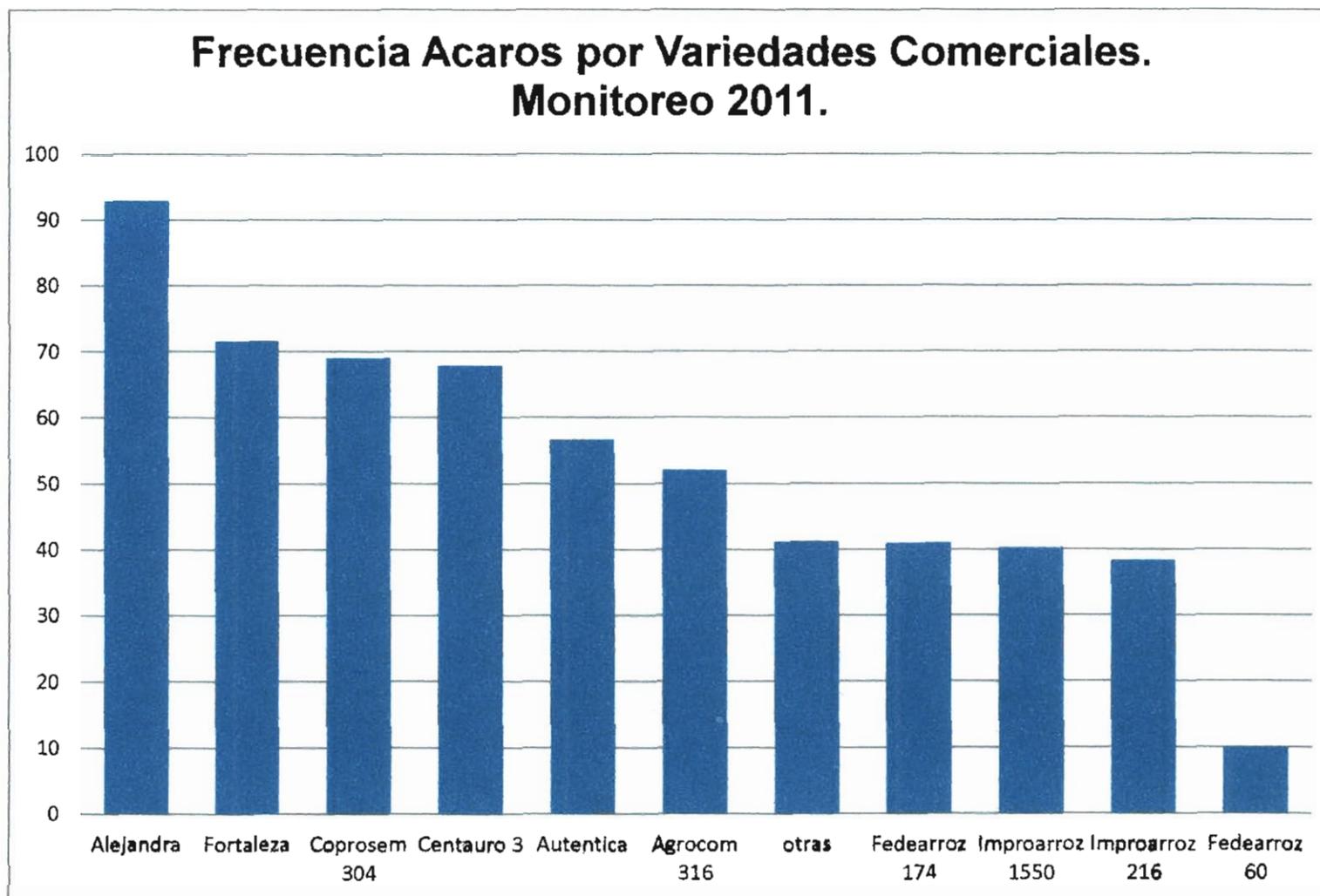
Otro ensayo, esta vez en laboratorio, buscaba confrontar la revisión bibliográfica, con respecto a la relación entre el ácaro *S. spiniki* y el patógeno *Sarocladium oryzae*, que relacionan este arácnido con la diseminación de este hongo (Correa F – CIAT 2006). Este ensayo de laboratorio, seleccionó 5 muestras de diferentes variedades y de diferente procedencia. Por cada muestra se hicieron dos montajes, uno en PDA y otro KING B. El total de las muestras montadas fueron 10 ensayos, en los respectivos medios de cultivo.

Los resultados de este ensayo parciales, explícitamente confirmaron lo citado por Correa, pues en todas las 5 muestras establecidas todas exteriorizaron presencia de *Sarocladium*, en el medio PDA. Para el caso del medio de cultivo KING B, se estableció la presencia de una bacteria Gram Negativa, por medio de pruebas de tinción de Gram, pero no se determinó la identificación completa de la bacteria, por la carencia de reactivos y materiales para dicha identificación. Se presume que se puede tratar de *Pseudomonas fuscovagiae* o *Burkholderia glumae*. Estos resultados incentivan futuros trabajos, con el fin de establecer otros patógenos presentes en el ácaro, y que estos ayuden a diseminar.

Grafica No 1. Frecuencia de ácaros *S. pinki* por municipios arroceros. Monitoreo 2011.



Grafica No 2. Frecuencia Ácaros *S. spinki* de acuerdo a las variedades comerciales. Monitoreo 2011.



Grafica No 3. Frecuencia comparativa de la población del acaro *S. spinki*, con respecto a la aplicación de productos químicos.

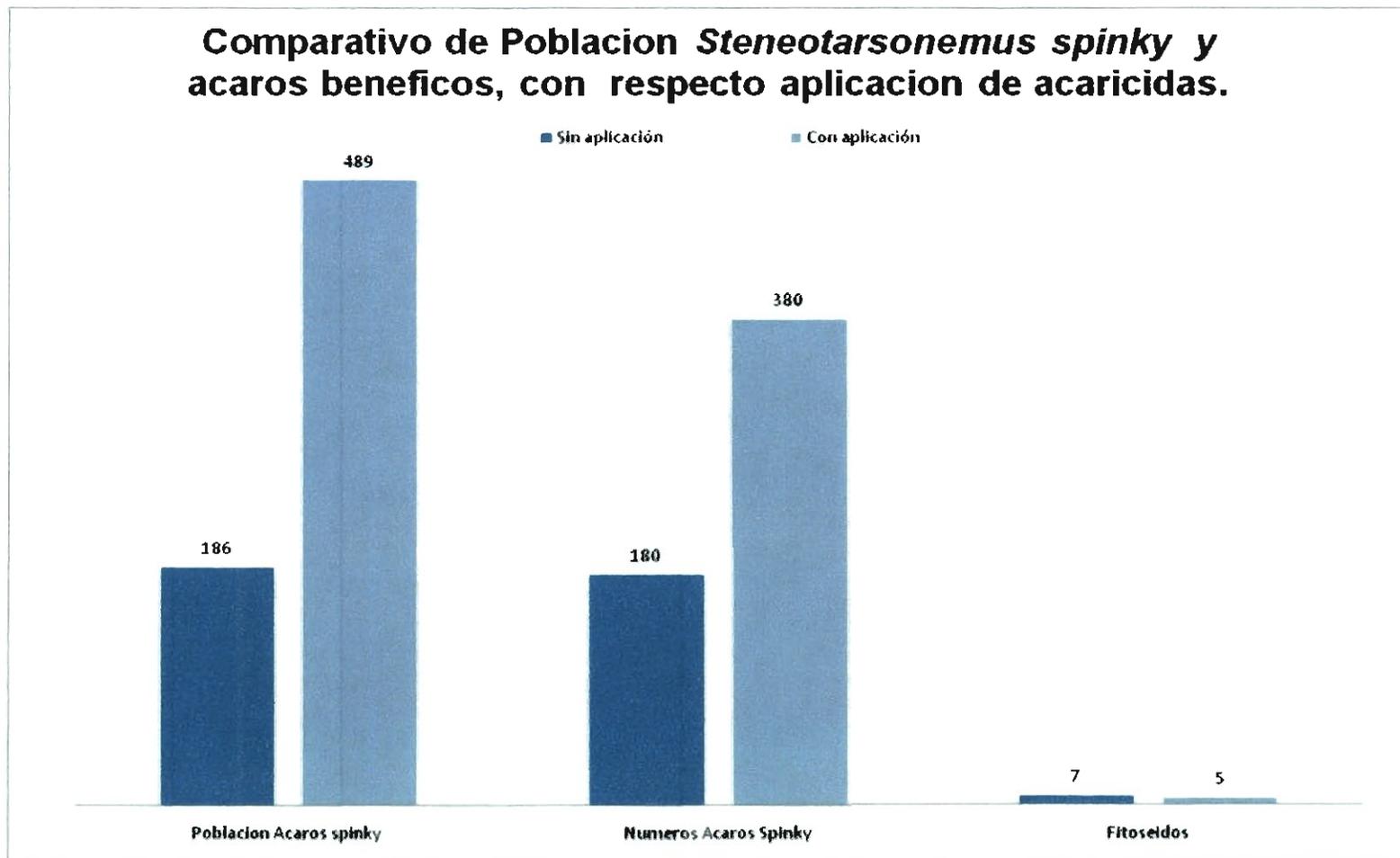


Tabla No 3. Resultado de los análisis bromatológicos de las variedades evaluadas.

ANALISIS %	CHICALA	FED LAGUNAS	FED 369	ORQUIDEA	IMPROARROZ 1550	FORTALEZA	FED 174
HUMEDAD INICIAL	59,32	53,19	67,14	42,85	42,02	45,61	56,25
HUMEDAD FINAL	7,90	0,39	0,98	0,64	0,76	0,28	2,76
CENIZA	6,52	12,33	8,36	6,91	8,02	7,16	8,49
EXTRACTO ETÉREO (Grasa)	1,76	1,48	2,05	1,29	1,38	1,74	1,00
PROTEINA	8,17	9,64	6,40	6,71	5,88	5,47	4,44
FIBRA CRUDA	28,51	25,57	27,05	22,55	17,69	27,99	23,34
EXTRACTO NO NITROGENADO	47,14	50,59	55,16	61,90	66,27	57,36	59,97
NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES	59,37	62,98	66,17	71,56	74,43	67,63	66,32
ENERGIA BRUTA	3,51	3,56	3,72	3,76	3,31	3,79	3,60
ENERGIA DIGESTIBLE	2,61	2,77	2,91	3,15	3,28	2,98	2,92
ENERGIA METABOLIZABLE	2,14	2,27	2,39	2,58	2,69	2,44	2,39
NITROGENO	1,30	1,54	1,02	1,07	0,94	0,87	0,71
TOTAL ACAROS <i>S. spinki</i>	7	51	920	1108	366	220	467
TOTAL ACAROS BENEFICOS	0	3	3	8	4	35	3
TOTAL TRIPS BENEFICOS	40	29	55	61	96	79	5

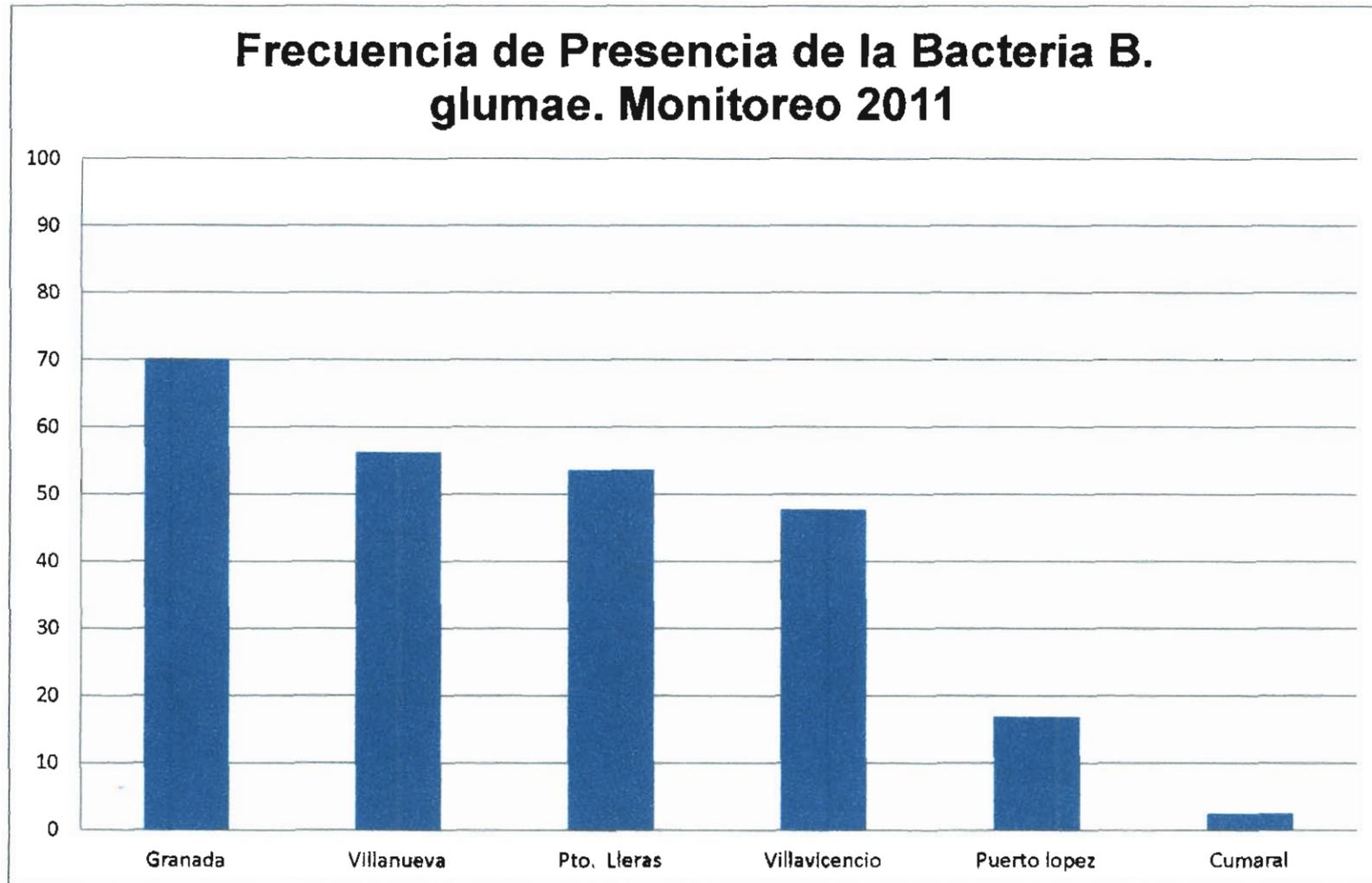
9.2 ANALISIS DE PRESENCIA DE *Burkholderia glumae*

Para cada uno de los monitoreos realizados, se recolectaron material con síntomas del complejo de vaneamiento. Cada una de las muestras se envió a laboratorio especializado de la universidad Distrital, para su respectivo diagnóstico, mediante PCR (Reacción en cadena de la polimerasa) y pruebas de patogenicidad. Esta actividad se basó en comprobar la presencia de la bacteria *B. glumae*. En total se enviaron 62 muestras para el análisis, de los cuales mostraron importantes incrementos con respecto a estudio realizado en el 2010 (Estudio de la dinámica poblacional de acaro *Steneotarsonemus spinky* y del patógeno *Burkholderia glumae* en la zona de Villavicencio. 2010)

La mayoría de las muestras enviadas al laboratorio para diagnóstico, tenía síntomas de desarrollo de la bacteria; grano vano, manchado grano severo y hoja bandera sana. Algunas muestra enviadas no mostraban síntomas característico de la bacteria, aun así se enviaron para descartar la presencia de la bacteria. Estos análisis de laboratorio permitieron detectar la presencia o ausencia de la bacteria, aun sin que la planta manifestara síntomas de la misma. Los resultados permitieron determinar una alta incidencia de la bacteria, pero con una severidad baja. El mapa de la zona demuestra un importante incremento de distribución de la bacteria en toda la zona arrocera de Villavicencio y municipios alrededores.

Es importante resaltar, que los resultados de estos análisis permiten sugerir que algunos materiales de arroz, tiene algún grado de resistencia frente a la presencia de la bacteria, sin mostrar síntomas característicos de la misma.

Grafica No 4. Frecuencia de presencia de la bacteria *B. glumae* en los municipios arroceros. Monitoreo 2011.



Se presentaron diversos casos. En algunos casos, los síntomas de bacteria, se confirmaban con resultados positivos en los análisis de laboratorio. En otros casos, resultados positivos en ausencia completa de síntomas de la misma. En algunos lotes monitoreados, que presentaba excelentes comportamientos de rendimiento y buen aspecto físico de la panícula (bajo vaneamiento y machando de grano) los análisis de laboratorio determinaban la presencia de la bacteria *B. glumae*. Caso contrario en donde lotes de arroz, que presentaba un alto complejo de vaneamiento y manchado de grano, alguna veces no reportaban la presencia de la bacteria. Estos resultados hacen entender, que la bacteria puede estar presente en el cultivo, pero no manifestar síntomas en el cultivo, al no presentar factores o los medio adecuados para su desarrollo. Esto presume que la bacteria *Burkholdelia glumae*, no es un responsable directo del fenómeno de vaneamiento del arroz, y que este fenómeno puede obedecer a otro grupo de factores más determinantes.

9.3 MONITOREO DE OTROS PATÓGENOS.

Para cada una de las muestras tomadas en el monitoreo, se realizó un seguimiento meticuloso de otras enfermedades presente en la planta de arroz y que tuvieran una relación directa e indirecta con este complejo de vaneamiento. Para cada muestra que mostraba síntomas de este complejo, se hizo un montaje en cámara humedad, a fin de que se manifestaran síntomas de otros patógenos presentes en las plantas, en especial tallo y panículas, que mostraran altos daños o problemas sanitarios.

9.3.1 Raíz y tallo

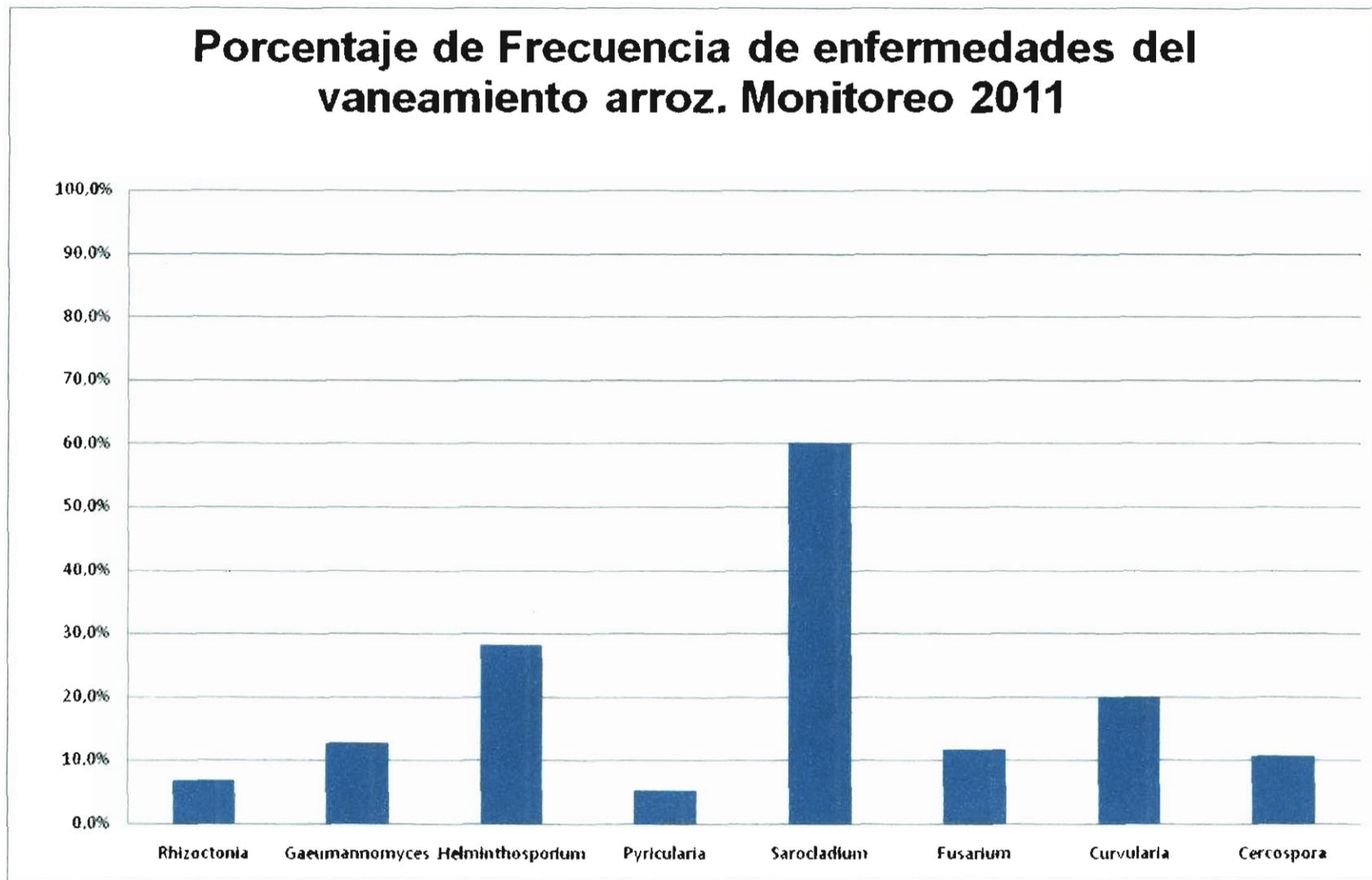
Este monitoreo permitió encontrar patógenos comunes en el cultivo del arroz, pero con diferentes grados de incidencia y severidad. Dentro de los patógenos con mas alto porcentaje de incidencia y severidad, se encontró la mancha café, *Sarocladium oryzae* (Grafica No 6). Este complejo se caracterizo por el color café en los tallos y en la panícula, causando grandes daños. Los diagnósticos en laboratorio también expusieron una mayor incidencia y severidad este hongo en panículas de arroz. Este patógeno se caracteriza por las manchas oblongas grises y de borde color marrón, que de acuerdo al manejo agronómico que se da al cultivo, podía tener incidencia y severidad superiores al 75% de la planta. En diferentes referencias bibliográficas, relaciona este hongo con la presencia de acaro *S. spinki*, y señalan a este acaro, como portador de esta enfermedad. A su vez relacionan los síntomas de presencia del acaro (E.t Correa F. CIAT 2011), con síntomas del propio hongo como son:

- Machas cafés irregulares de centros de necróticos, en diferente parte de la planta, en especial, tallo y vainas.
- Vainas machadas con granos vanos. Algunos granos podía estar llenos y con bajo machado.

Estos síntomas se observaron continuamente en campo, y comprobado en el laboratorio de fitopatología. Cabe resaltar que las aplicaciones de fungicidas tuvieron un bajo porcentaje de protección frente a este patógeno, pues no mostraron un control definitivo de esta enfermedad.

Otra de las enfermedades que se reporto en la presencia del complejo del vaneamiento, es el hongo *Gaeumannomyces graminis*, conocido como hongo mal de pie o mancha naranja, y se ubico como uno de los agentes que contribuyeron a complejo del vaneamiento del arroz. Los factores que favorecieron el desarrollo de esta enfermedad se relaciona al alto grado de compactación del suelo, el uso de semilla no certificada ni tratada con hongos benéficos y manejo de densidades altas en el cultivo. Pero esta enfermedad por lo general se encontró asociada a otro hongo, conocido como *Rhizoctonia solani*. Esta enfermedad se caracterizaba por su color camuflado de tonos verdes a grises ubicado en la base del tallo; en alta severidad podía superar más del 75% de la planta, hasta llegar a las hojas y panículas. Por lo general estas dos enfermedades estaban asociadas daños en el tallo, debido que se manifestaron en la misma parte de la planta, y los factores de inoculación y diseminación son similares.

Grafica No 5. Porcentaje de Frecuencia de enfermedades del complejo del vaneamiento arroz. Monitoreo 2011.



9.3.2 Hoja

En la actualidad se ha informado la existencia de más de 70 enfermedades del arroz producida por diferentes factores bióticos y abióticos, pero solo doce enfermedades limitan la producción de arroz (Castaño J. 1985). Dentro de esa docena de enfermedades, solo cuatro enfermedades, se encontraron relacionadas al complejo del vaneamiento del arroz, ubicadas de manera principal en la lámina foliar.

Dentro de las enfermedades más destacadas se encontró *Helminthosporium oryzae* (Grafica No 6). Este patógeno está asociado a problemas de fertilización en el suelo y a problemas radiculares en el suelo. En los monitoreos realizados a lo largo del municipio de Villavicencio se pudo determinar una alta incidencia y severidad de esta enfermedad y que la mayoría de estos problemas se redujeron a daños en hojas, pues los daños en el raquis de la panícula eran mínimos, y controlados por la aplicación de fungicidas protectantes. En muchos casos, la presencia de *Helminthosporium oryzae*, se encontraba asociada a otro hongo patógeno como *Cercospora oryzae*, generando grandes daños a la lámina foliar y limitación de la fotosíntesis en la planta.

Es importante resaltar que la hoja número 1 (hoja bandera) y hoja número 2, tiene la responsabilidad del llenado de la panícula, en un 75%, y que cualquier daño físico o patológico en estas hojas, recaen un alto índice de fracaso de llenado de grano. Los indicios señalan que las enfermedades con alta incidencia y severidad, como *Helminthosporium* y *Sarocladium*, afectaron la lámina y vaina de la hoja, respectivamente, evitando la fotosíntesis, acumulación y transporte de los asimilados a la panícula.

En menores proporciones, se encontraron enfermedades como *Rhychosporium oryzae* y *Pyricularia oryzae*, y aunque *Pyricularia* es más severa y limitante producción del cultivo de arroz, los agricultores aprendieron a manejar y controlar de manera oportuna este patógeno, evitando la presencia en hoja y en cuello. Para el caso de *Rhychosporium*, la incidencia y severidad fueron muy bajas y no representaron grandes daños en la hoja.

9.3.3 Panícula

Es la parte de la planta que de acuerdo al manejo agronómico, determinan la producción y rendimiento del cultivo. Aunque en el monitoreo se encontraron varios factores de alteraron el desarrollo normal de la panícula y llenado de grano, esta sección solo se referirá a la parte de la fitopatología.

En la generalidad de los casos, el asocio del vaneamiento estuvo relacionado con la presencia de *Sarocladium oryzae*, pues en la mayoría de las muestra, halló la presencia de este patógeno. En gran parte de las muestras con síntomas de vaneamiento, se evidencio la presencia de este patógeno, debido al desarrollo de un polvillo blanco y/o rosado, que correspondía las estructuras del hongo y confirmado en posteriores análisis de laboratorio.

Otros patógenos importante encontrados dentro del monitoreo fue *Fusarium spp.* y *Curvularia spp.* Estos dos hongos son reconocidos en el cultivo del arroz, por el daño económico que representa en el manchado del grano. Independiente de las condiciones del cultivo, y a los manejos agronómicos de los lotes, estos patógenos estaba asociados a los granos vanos y llenos, pues en los dos caso, estos patógenos se encontraron en lo análisis de laboratorio.

9.4 MONITOREO DE CLIMA

Durante todo el año, Fedearroz, mantiene un monitoreo continuo de los factores climáticos, que favorecen o en su caso, desfavorece a la producción de arroz.

Para hacer un análisis más preciso y contundente, fue necesario hacer seguimiento continuo de los factores como **temperatura, brillo solar, humedad relativa y precipitación**. Sus efectos sobre este fenómeno de vaneamiento, son el resultado de la interacción de entre todos los factores y de su efecto sobre el desarrollo de síntomas de vaneamiento en el arroz. En base a lo anterior, para que se este complejo de vaneamiento se produjera y se desarrollara de manera fuerte, debió haber una condición favorable de tres factores de decisivos; planta susceptible, patógenos efectivos y medios favorables. La susceptibilidad de las plantas y agresividad de los patógenos, puede mantener un ritmo bajamente variable, pero los medios favorables como el clima pueden mantener un ritmo altamente variable. Es lógico, que cualquier cambio repentino de la condiciones climáticas, puede generar desde un estrés, hasta un desordenes metabólico y fisiológico en la planta (Agrios G. 1998). Se resalta la necesidad de hacer un análisis sencillo, pero contundente de los medios climáticos favorables que beneficiaron el desarrollo de este complejo.

9.4.1 Temperatura

El desarrollo y producción de arroz, están directamente relacionados con la temperatura, pues en las distintas fases de desarrollo, requiere de un rango que permitan no alterar sus funciones fisiológicas. Este rango óptimo de temperatura

es conocido entre los 20 °C y los 28 °C y varía de acuerdo a la etapa de desarrollo de la planta. (Vargas J.P CIAT 1985). Por fuera de este rango y de acuerdo al estado de desarrollo de la planta y variedad de la misma, puede este afrontar graves problemas desde el estrés de la planta, hasta problemas irreversibles determinantes de la producción o la muerte anticipada de la planta. Dentro del rango crítico de bajas y altas temperaturas, estas pueden afectar el rendimiento de la planta a través de sus influencias sobre el macollamiento, formación de espiguillas y su maduración, lo cual puede variar de acuerdo a con la variedad (Vargas J.P CIAT 1985).

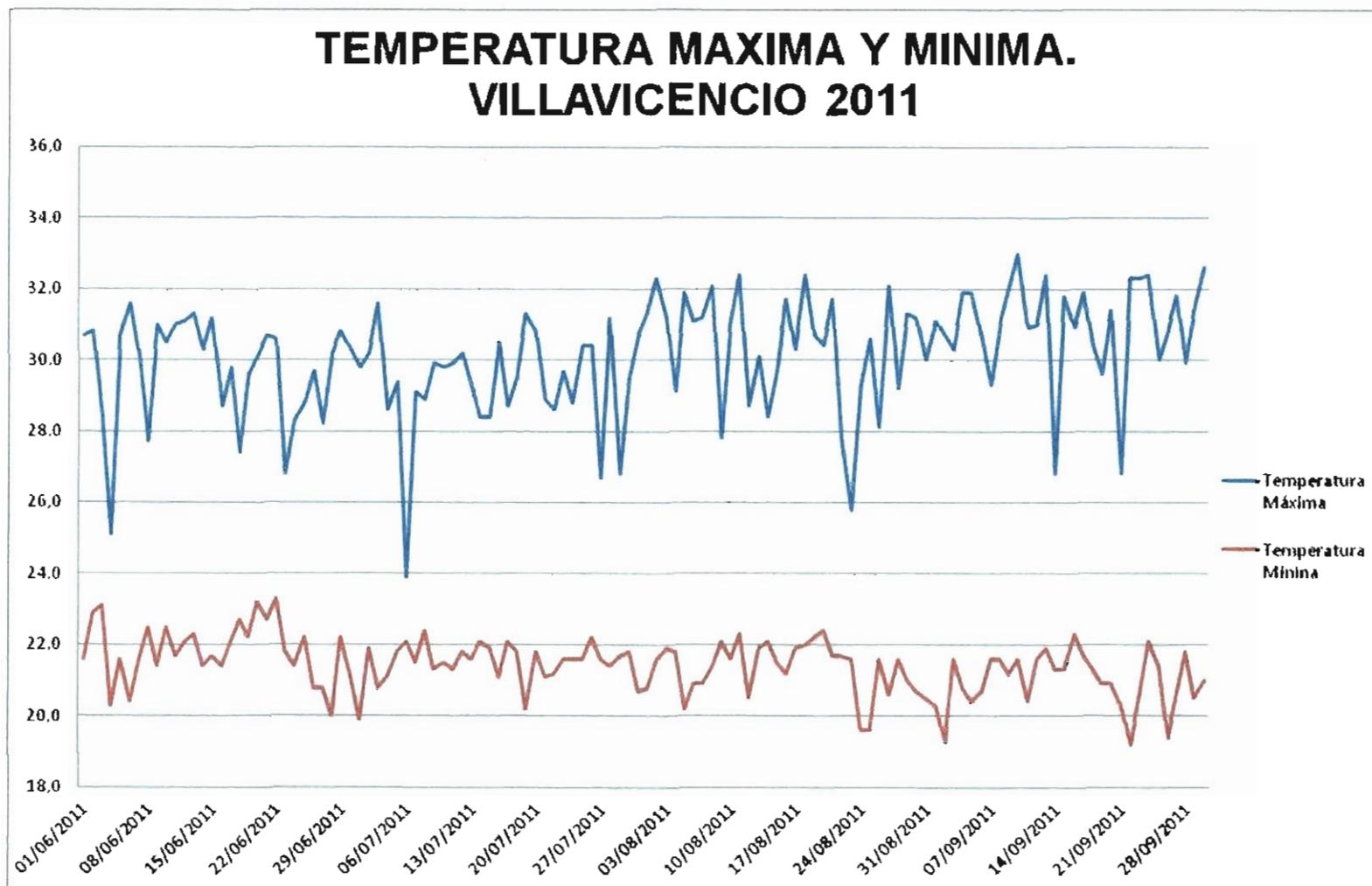
Por otro lado, la temperatura no solo puede influir en el desarrollo de la planta, sino que además, puede favorecer al desarrollo de patógenos limitantes para el cultivo de arroz. Para el desarrollo de una enfermedad, habitualmente se produce cuando la temperatura es óptima para el desarrollo del patógeno y cuando se encuentra por arriba o por debajo de ese óptimo para el desarrollo del hospedante (Agrios G. 1998). Aunque también puede ocurrir que las temperaturas de desarrollo entre el hospedante y patógeno no coincidan, sí puede relacionarse otro factores, como el manejo agronómico y la conducción adecuada de los recursos naturales agua-suelo.

Las temperaturas máximas superiores a los 35 °C, son limitantes para el desarrollo de la planta y que comprometen la producción del arroz (Vargas J.P CIAT 1985). Pero esta temperatura no está inspeccionada dentro de los registros climáticos de la zona (Gráfico No 7); solo en algunos eventos donde la temperatura ha estado entre los 30 °C y 34 °C. Para estos casos, la temperatura genera una disminución insignificante de la tasa fotosintética, y por ende la fotorrespiración aumenta, generando pérdidas de carbono, disminuyendo a acumulación de materia seca en la planta y a su vez, supone una pérdida energética notable al no generarse ni NADH ni ATP

Por otro parte, las temperaturas mínimas (grafica 7) han estado dentro del rango permisible para el cultivo de arroz, ya que el promedio de la temperatura ha estado en 21 °C. Es importante resaltar, que diversos autores, relacionan como limitante la temperatura mínima por debajo de 18 °C y por encima 26 °C en la noche, pues comprometen la productividad de la planta, dependiendo de la variedad y en la etapa que esta se encuentra. Para el caso de la temperatura mínima de 26 °C en la noche, la tasa de respiración aumenta y la acumulación de energética ocurrida en el día se pierde.

La temperatura también interfiere en la maduración y llenado de grano, pues las temperaturas requeridas por las plantas dentro de este periodo son las optimas (20 °C - 28 °C), y requiere que la planta concentre todas su energía producida en la transformación y acumulación de nutrimentos en el grano, evitando que pierdan energía en la respiración y/o defensa por otro tipo de estrés, debido a factores de temperatura.

Grafica No 6. Temperaturas máximas y mínimas. Villavicencio 2011.

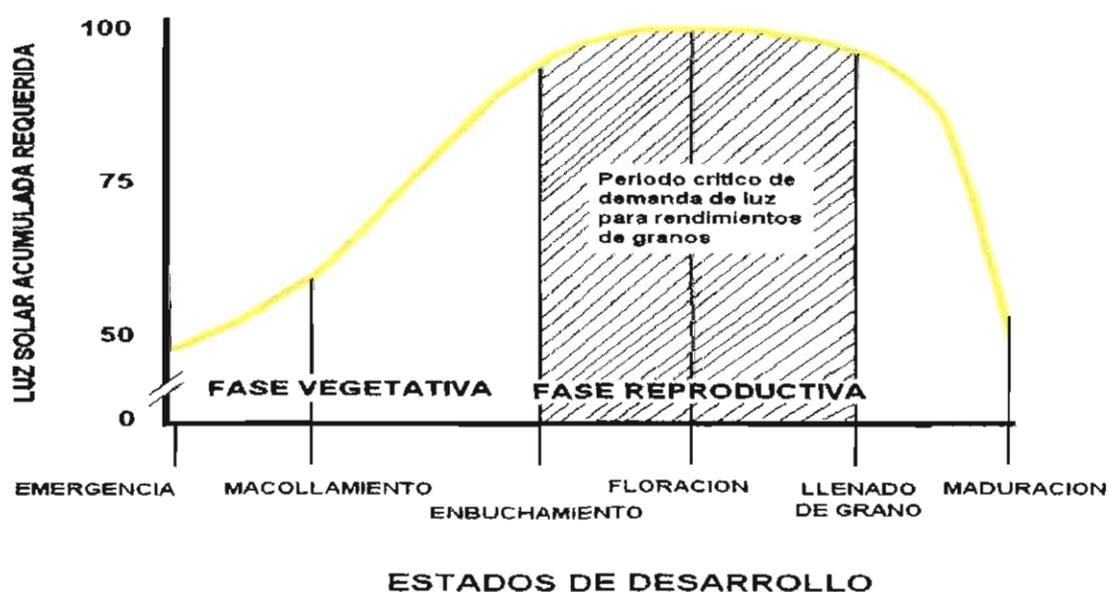


9.4.2 Radiación solar

La fuente principal de energía para la planta, proviene de la radiación solar. Pero esta energía está determinada por la longitud de las ondas, entre las cuales se conocen las de onda corta (0.3 a 3.0 micrones) y onda larga (3 a 50 micrones). Pero para efecto de medición en la agricultura, la radiación solar se mide en Cal/cm²/día. Las necesidades de radiación solar para el cultivo de arroz varían de acuerdo a los estados de desarrollo del cultivo. Una baja radiación solar en el estado vegetativo afecta los rendimientos y sus componentes: mientras que en estado reproductivo, existe una marcada disminución en el número y el llenado de granos (Vargas J.P CIAT 1985).

Grafica No 7. Demanda acumulada de energía solar para el cultivo de arroz, dependiendo de la etapa de desarrollo. (Tomado de Stanley, 1975)

DEMANDA DE ENERGIA SOLAR PARA EL CULTIVO DE ARROZ, dependiendo de la etapa de desarrollo.



FUENTE: STANSEL. 1975

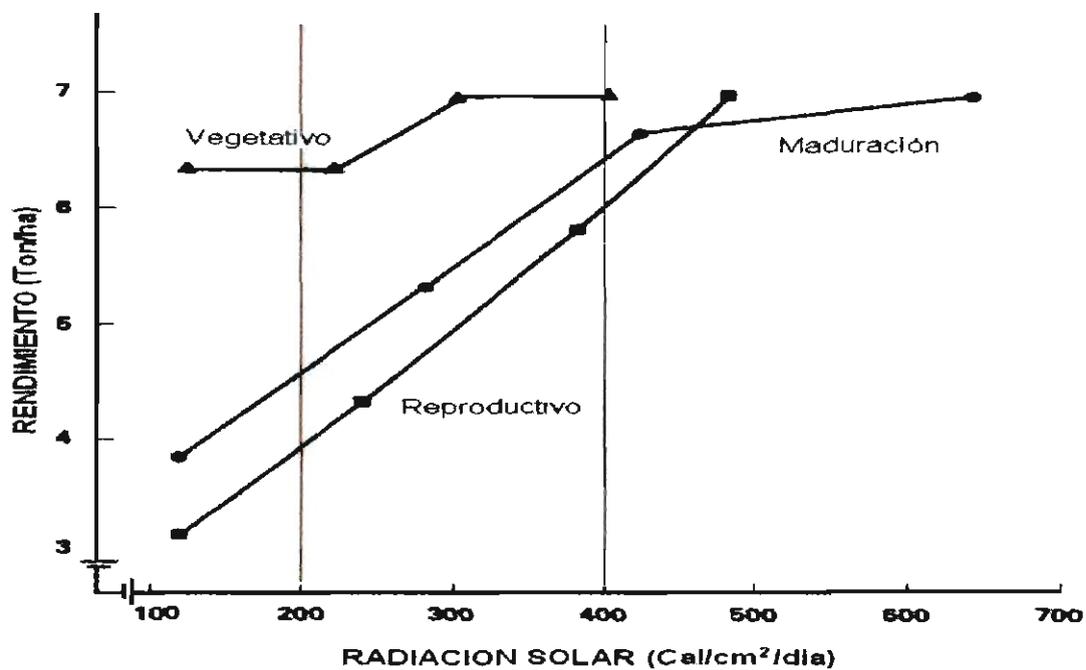
Pero no solo se debe analizar la radiación solar con respecto a la calorías requeridas por el cultivo, también es necesario analizar la duración de la radiación solar con eso respecto a las hora de luz solar efectiva en los meses donde la producción se definía. El fotoperiodo, (duración del periodo de luz en el día) al igual que las calorías requeridas por la planta, también afecta el crecimiento, macollamiento, floración, llenado y maduración de los granos en las plantas de arroz.

De acuerdo a la graficas No 8 y 9 que relaciona las diferentes fases de desarrollo del cultivo de arroz a los requerimientos de hora acumuladas de energía solar y los requerimientos de Calorías, es importante contar con buena duración y radiación solar a fin de alcanzar los requerimientos energéticos de la planta. Para alcázar rendimientos superiores a las siete toneladas es necesario tener una radiación solar superior a las 400 Cal/cm²/día, y más en las etapas de reproducción y maduración, en donde los requerimientos superan las 500 Cal/cm²/día. Comparando y analizando el comportamiento de la radiación solar, con respecto a los requerimientos, es importante resaltar que el promedio para la zona, no supera los 350 cal/cm²/día y que la distribución de esa energía no es homogénea, sino por el contrario, presenta altas variación en la energía calórica. Estas variación de energía solar, además están relacionadas al fotoperiodo de la zona de Villavicencio, se que presume por estar ubicada dentro de la zona tropical, son de diez a once horas efectivas para la radiación solar. Sin embargo los registros de horas efectivas de luz solar, está en un promedio de dos o tres horas por día, y en algunos registros, las horas efectivas son menores de un hora. Estas horas efectivas de luz, están relacionadas a la alta nubosidad predominada por este fenómeno, a lo largo del transcurso del año. El fenómeno del cambio climático, se ha caracterizado por el bajo fotoperiodo para la zona de llanos y las horas acumuladas de calorías requeridas, para el cultivo de arroz, no son suficiente para cumplir con las demandas de las mismas.

Este comportamiento calórico se baso en la alta nubosidad que predomino en estos periodos, y que en los momentos más requerido de la planta, para la transformación de ATPS, la planta no tuvo el suficiente aporte calórico, para llevar a cabo sus procesos energéticos. De acuerdo a la fecha de macollamiento, reproducción y maduración de la planta, así también se representa en el aporte calórico, que esta tuvo en su momento requerido. Esto quiere decir que si en la fase reproducción y de maduración, el aporte calórico no supero las exigidas por la planta, difícilmente se puede esperar un alto número de grano por panículas y de un buen llenado de granos. Grafica No 10

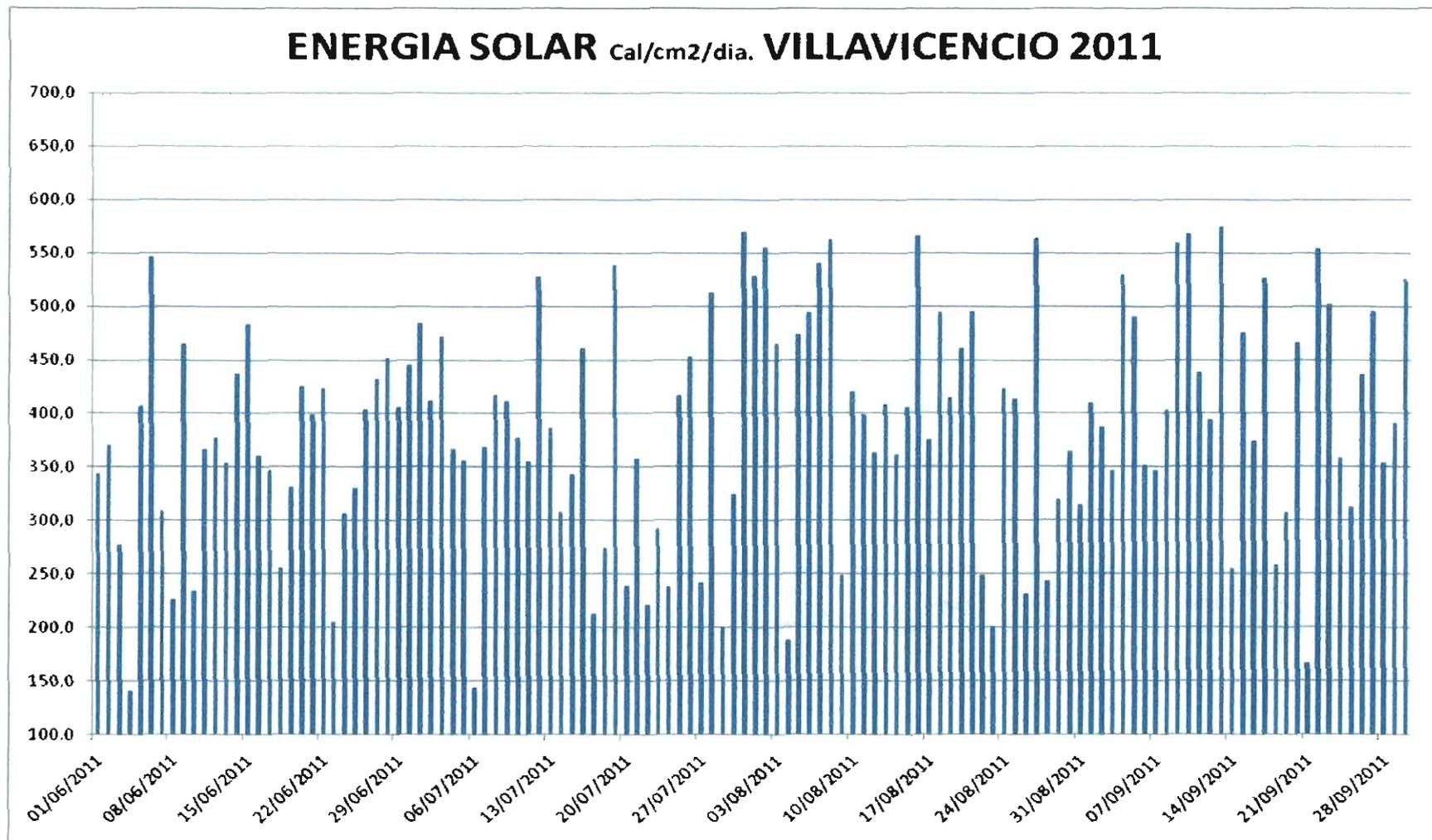
En los monitoreos realizados en campo, se puedo observa y cuantificar, que el numero de granos por panículas, difícilmente superaba los 120 granos. De la cantidad de granos por panícula, el porcentaje de vaneamiento podía llega superar más del 40%. Cualquier deficiencia o estrés en la época de reproducción y maduración, determino el fenómeno de vaneamiento y baja producción en la zona arrocera de Villavicencio para el periodo del 2011.

Grafica No 8. Efecto de la radiación solar, en las diferentes etapas de crecimiento, sobre el rendimiento del cultivo de arroz (Tomado de Yoshida y Parao, 1976)



Efecto de la radiación solar en diferentes etapas de crecimiento sobre el rendimiento del cultivo de arroz (Yoshida y Parao, 1976).

Grafica No 9. Energía Solar Cal/cm²/día. Villavicencio 2011.



9.4.3 Precipitación

El agua es indispensable para la vida de la planta, que de acuerdo al estado de desarrollo de la planta, varía la demanda que esta requiera para su desarrollo normal. Un proporcionado suministro de agua es uno de los factores más importantes en la producción de arroz (Vargas J.P CIAT 1985). Cualquier desbalance de excesos y sequías de agua, podrían alterar ya sea el desarrollo de la planta o labores agronómicas programadas.

En fases específicas como la vegetativa o reproductiva, la planta requiere de altos consumo de agua. En el periodo vegetativo, la fase crítica es la producción de macollas o hijos válidos, y en la fase reproductiva como embuchamiento, formación de la panícula, floración y llenado de grano, son los periodos se consume gran cantidad de agua, lo cual manifiesta el por qué es sensible el arroz al estrés de humedad durante esta fase. La sequía durante estos periodos causa daños severos irreversibles, particularmente cuando se presenta desde la iniciación de la panícula hasta la floración, si no se suministra humedad suficiente, se aumenta la esterilidad de las panículas.

Para la zona de Villavicencio el inicio de las labores de siembra inician a finales de marzo y principios de abril con siembras tempranas de cultivo de arroz, cuya razón de ser es principalmente por el precio de la arroz al momento de la cosecha, inicio de fechas de precipitación y administración de maquinaria e insumos. De acuerdo a la información y con los datos obtenidos y relacionando las gráficas de precipitación para la zona de Villavicencio, la distribución, cantidad y frecuencia de la precipitación, no fueron apropiadas para la demanda de este cultivo, en especial para la fecha de junio y julio, donde la cantidad de agua fue adecuada, pero la distribución de la precipitación fue mala, y por ende generaron problemas de estrés hídrico en la planta, que descompensó el equilibrio hídrico del cultivo. De

acuerdo a la Tabla No 4, se observa las diferentes etapas de desarrollo del cultivo de arroz, donde se indica los días donde se inician las fases vegetativas, reproductiva y maduración. En la misma tabla, se puede comparar en los meses de siembra y desarrollo del cultivo, y así establecer las fechas de coincidencia del comportamiento climático con respecto al desarrollo del cultivo, en especial la época de reproducción y maduración, donde estuvo fuertemente marcada por el desorden climático. De acuerdo con la información obtenida por Fedearroz, de las fechas de siembra, se puede hacer una clara relación de la fecha donde coincidieron las fechas importantes con relación a la demanda hídrica del cultivo y oferta lumínica (calorías). Retornando el análisis de frecuencia y distribución de precipitación en los meses Junio y Julio, la mala distribución hídrica, favoreció al estrés hídrico y a su vez, comprometió labores de fertilización, en las fases determinantes para la producción.

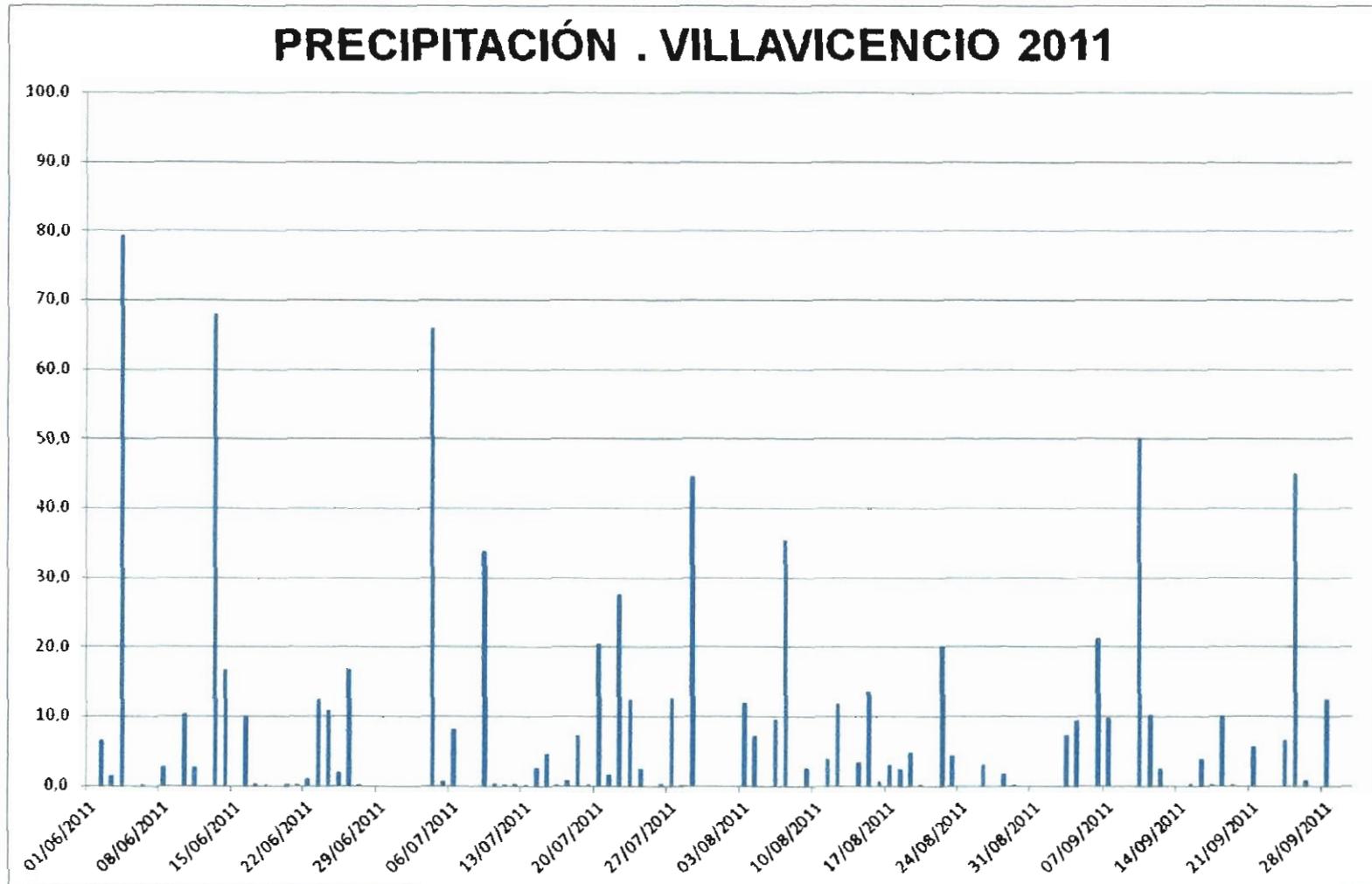
Tabla No 4. Fases de desarrollo del arroz, en comparativo de fechas de siembra del cultivo de arroz, en el primer semestre.

FASES	Fase Vegetativa 51 días				Fase Reproductiva 31 días			Fase de Maduración 30 días		
	Germinación de emergencia	Plantula	Macollamiento	Maximo Macollamiento	Iniciación de la Panicula	Desarrollo de la Panicula	Floración	Etapas Lechosa	Etapas Pastosa	Etapas de Maduración
120 Días de Cultivo	0	3	18	55	66	85	90	97	107	120
Siembra	mar-11	abr-11	abr-11	may-11	jun-11	jun-11	jun-11	jul-11	jul-11	jul-11
	abr-11	abr-11	abr-11	may-11	jun-11	jun-11	jul-11	jul-11	jul-11	ago-11

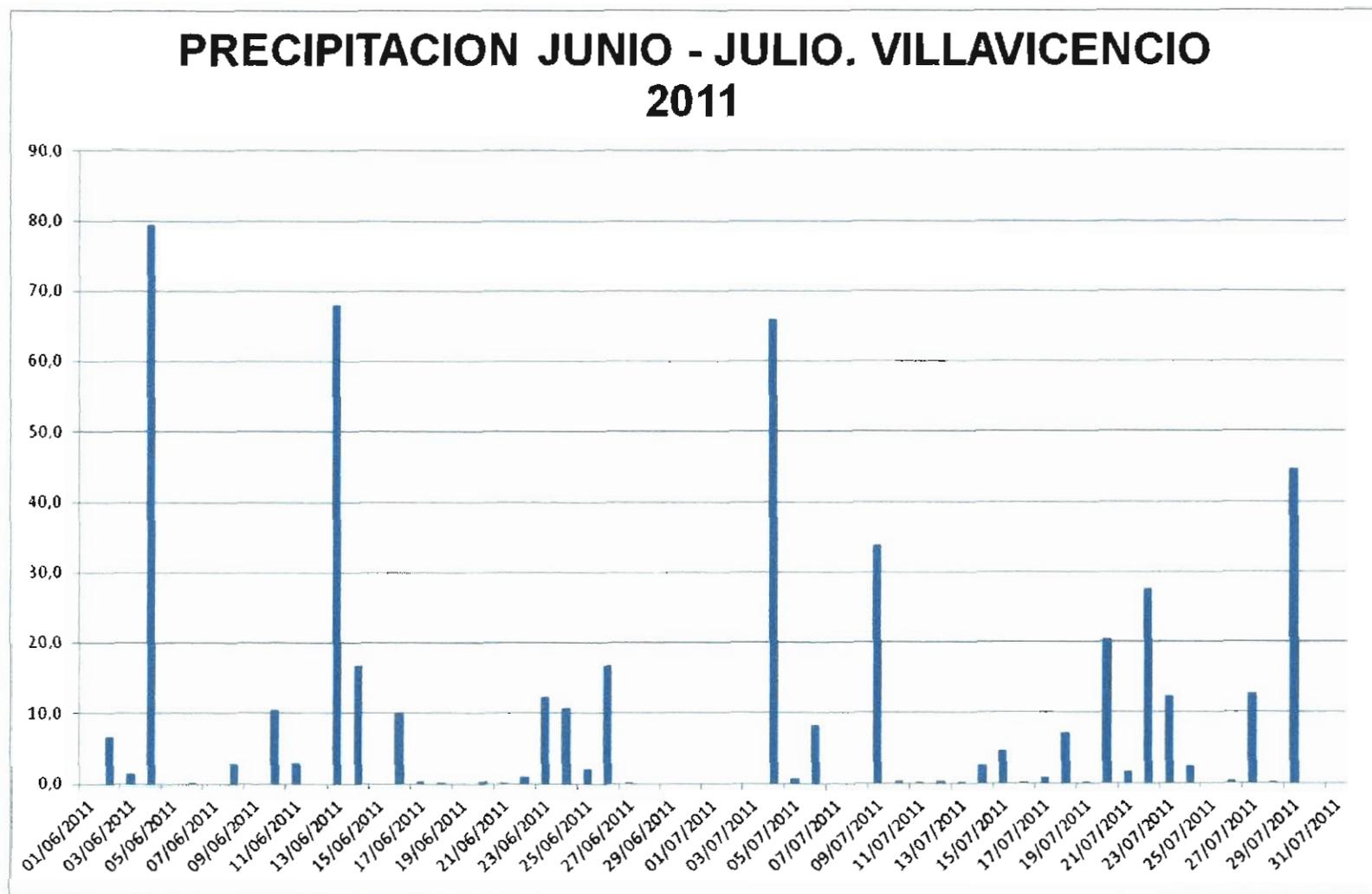
El panorama para la zona de Villavicencio, indica que cerca de 65.000 hectáreas fueron sembradas en el 2011, de las cuales, solo 10.000 hectáreas eran sembradas en arroz riego: el restante de 55.000 hectáreas fue arroz seco. Para el caso de este último sistema de siembra, es sabido que esta depende de la precipitación, y que toda la demanda hídrica de la planta, así como de la administración de labores agronómicas, depende de la precipitación que este tenga en su momento oportuno: en etapas como macollamiento e iniciación de la panícula, las labores de fertilización, requiere que sean aplicados en momentos adecuados, las fuentes, cantidades, pero sobretodo, en suelos a capacidad de campo, esto con el fin de permitir la solubilización, transporte y absorción de nutrientes. En caso que de que esto no se cumpla a tiempo estas condiciones, las labores se atrasarían, y será difícil ser oportunas para la planta, en los momentos oportunos indicados. También se puede apreciar que el momento oportuno para la aplicación de fungicidas protectantes, se ha visto afectadas debido a este fenómeno, exponiendo la producción a los riesgos patogénicos.

Los factores decisivos de la precipitación, se basan en la cantidad y distribución, durante las fases de reproducción y maduración (Tabla No 4). Para los meses de junio y julio (gráfica No 12), donde el calendario coincidió dichas etapas en el cultivo para el primer semestre, la cantidad de precipitación estuvo en 490.4 mm en los dos meses. Confrontando esta cantidad con la distribución durante estos 61 días, 43 días tuvieron precipitaciones inferiores a los 5 mm, teniendo en cuenta también los días en que no hubo precipitación. Sobresaliendo que durante estos 43 días, el total de la precipitación estuvo por la cantidad 26.4 mm y el restante de la precipitación, de 464 mm estuvo distribuido en 18 días. En la gráfica No 12, se puede considerar que se presentaron lazos hasta de 15 días donde no se presentaron precipitaciones y los riegos de un estrés hídrico eran elevados.

Grafica No 10. Precipitación (mm). Villavicencio 2011.



Grafica No 12. Precipitación (mm), durante los meses de Junio y Julio. Villavicencio 2011

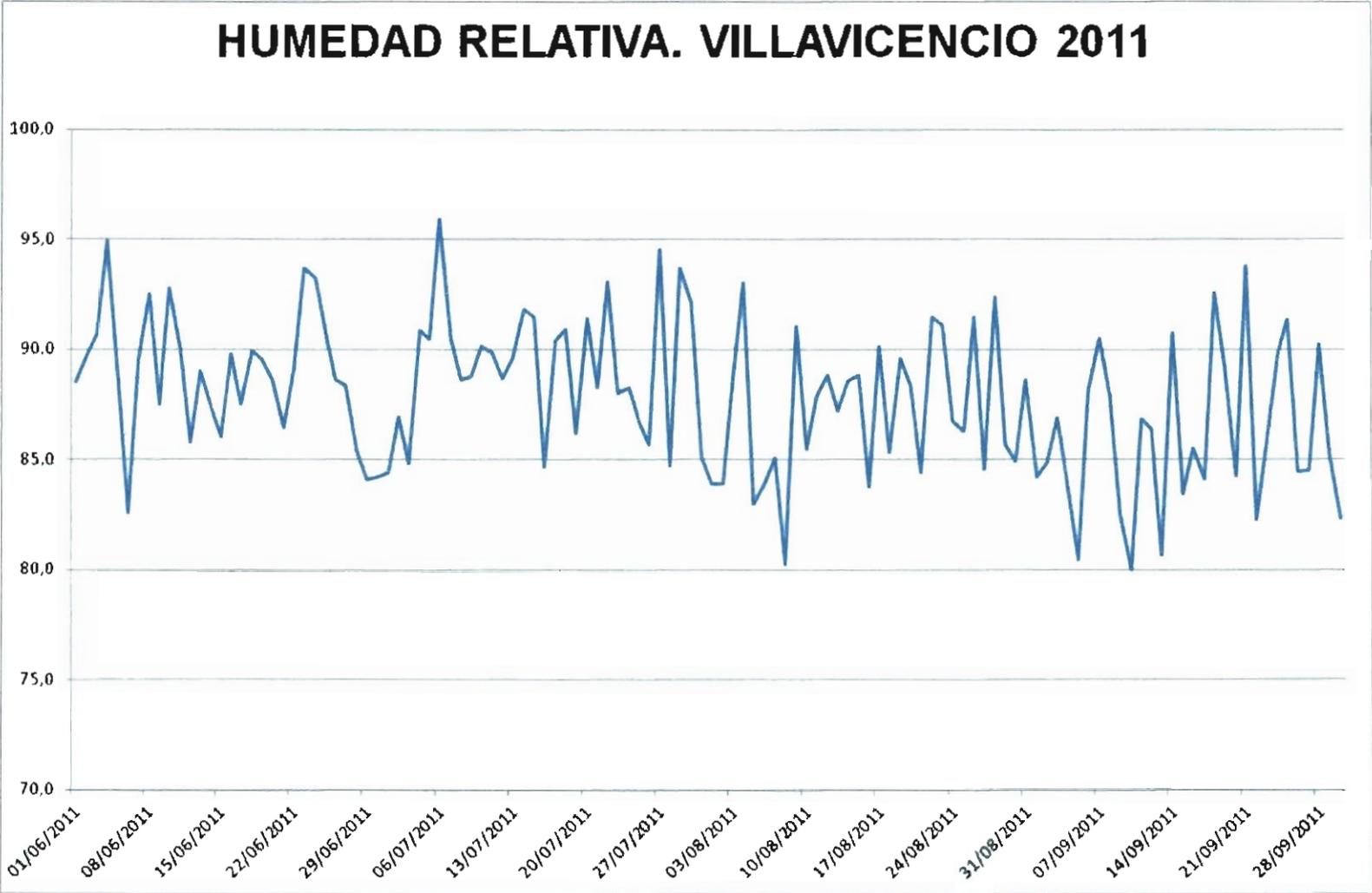


9.4.4 Humedad relativa

La humedad y la temperatura, influye sobre el inicio y desarrollo de las enfermedades infecciosas de las plantas, a través de varios mecanismos interrelacionados. El efecto más importante de la humedad al parecer se centra sobre la germinación de esporas de patógenos y la penetración del tubo germinativo en el hospedante. La humedad no solo puede activar el desarrollo de hongos patógenos, sino que además puede desarrollar bacterias, nematodos y micoplasmas, los cuales pueden infectar las plantas. Esta variable climática está determinada en la distribución y frecuencia de la precipitación, durante el año, así como la relación de temperatura y radiación solar (Agrios G, 2004).

Aunque la humedad relativa (contenido de vapor de agua en el ambiente), no es un factor determinante para el rendimiento, sino para la sanidad del cultivo debido a que la alta humedad relativa (superior al 90%) favorece el desarrollo de patógenos e incrementa la succulencia del hospedante. Esta condición climática en la zona de los llanos ha sido para la mayoría del caso, superior al 90%, y traduciendo esta condición en una alta presión para el desarrollo de enfermedades como *Sarocladium*, *Helminthosporium* y *Cercospora*.

Grafica No 13. Humedad Relativa. Villavicencio 2011.



9.5 Otros factores

9.5.1 El suelo

El suelo es un cuerpo natural, capaz de soportar y aportar todos los requerimientos de las plantas, en nuestro caso, el cultivo arroz. Pero dado el caso de un análisis, los factores como las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, se pudo determinar que estos hicieron parte de los manejos que favorecieron el fenómeno del vaneamiento. Es sabido que el cultivo de arroz, se comporta mejor en suelo pesado o de textura arcillosa predominante; que cuente con propiedades adecuadas de retención de humedad, penetrabilidad y aireación, además de ofrecer buenas condiciones de balance catiónico, y buenos contenidos de materia orgánica. Durante los monitoreos se apreciaron diferentes factores limitantes a la producción arrocera, identificado en algunos puntos básicos:

- Se presumen que gran parte de los suelos presentaban un alto grado de compactación y por ende generaban en las plantas, problemas de penetración, retención de humedad, aireación y toma de nutrientes. Además de presentarse algunos casos, donde se dudaba de la verdadera vocación agrícola de los suelos, pues no correspondía a los requerimientos físicos del suelo, para el desarrollo del cultivo de arroz. En determinados casos, el cultivo de arroz, estaba establecidos en suelos de textura ligera o arenosa, limitando su potencial de producción. Los suelos que por lo general se conjeturaba esta todas estas clases de problemas, coincidían estar asociados a otras problemas patológicos, como *Gaeumannomyces graminis* y *Rhizoctonia solani*, y problemas de desarrollo morfológico de la planta, que presentaban un bajo y casi nulo porcentaje de macollamiento.

- Los suelos de la región del piedemonte llanero y los transitorios a la atillanura, se caracterizan por ser suelos Oxisoles y Ultisoles, de colores rojizos con presencia de moteamientos, que indican la presencia rica de hierro y aluminio; además de ser suelos altamente evolucionados y baja fertilidad en elementos mayores y secundarios. Para el establecimiento del arroz, es necesario manejar estas propiedades del suelo, buscando neutralizar las altas cantidades de hierro y aluminio, con el manejo de cales que tengan óxidos, hidróxidos y carbonatos, a fin de neutralizar estos altos contenidos. Estos problemas de toxicidad, al parecer no eran manejados por los agricultores arroceros, encontrando cultivos con problemas de nutrición.

9.5.2 Aplicación de agroquímicos

La preocupación de los agricultores, ante el fenómeno del vaneamiento en el cultivo del arroz, llevo a muchos agricultores enfocar prácticas agronómicas basadas en el control químicos, descartando otras clases de controles culturales, físicos y biológicos. La ampliación de estos productos químicos, careció de argumentos técnicos, desatendiendo el manejo de umbrales, dosis, recomendaciones y momentos oportunos de aplicación para esta clase de problemas. La aplicación indiscriminada de estos productos químicos, que en vez de proteger a la planta de estos agente bióticos, genero por el contrario en las plantas, fuertes condiciones de estrés, volviéndolos aun más vulnerables.

En muchos casos se observo, que los mejores resultados de rendimiento, y menor grado de vaneamiento, ocurrían en los bordes de lotes y lugares de difícil acceso para la llegada de productos químicos.

10. CONCLUSIONES

1. La presencia del acaro *Steneotarsonemus spinki* y de la bacteria *Burkholderia glumae*, en los lotes de arroz, al parecer no fueron un factor determinante para este fenómeno del vaneamiento del arroz, quien la comunidad de agricultores señalo de manera directa, como los responsables de este fenómeno. Este fenómeno reunió varios factores bióticos y abióticos, que bajo una misma condición en la región de Villavicencio favorecieron esta gran pérdida económica.
2. Los factores climáticos para la zona de Villavicencio, no fueron los más apropiados, en especial los factores de radiación solar, precipitación y humedad relativa, pues fueron los más adversos en la producción agrícola de la zona. Estas condiciones adversas de todas esas variables, favorecieron generar condiciones de estrés en la planta, evitando que esta mostraran todo su potencial de rendimiento. Los meses menos favorables para la producción de arroz, estuvo marcada en los meses de Junio y Julio, donde los factores de distribución de precipitación y calorías aportadas a la región, estuvieron completamente adversos en las etapas de reproducción y maduración del arroz, sembrados en los meses de marzo y abril.
3. Se prevé que la mayoría de los agricultores, desconocen las buenas prácticas agronómicas y manejo integrado de plagas y enfermedades. Esta presunción se basa en:

- Aplicación excesiva de acaricidas, específicos para otros cultivos, generando desbalance en la poblacional del acaro y resistencia a los mismo productos.
 - Aplicación de productos no comprobados científicamente para el manejo de la bacteria *B. glumae*.
 - Aplicación injustificada de productos químicos: obviando el manejo de umbrales de daño económico.
 - Aplicación de fertilizantes sin argumentos de un análisis de suelo, generando incertidumbre de los manejos adecuados de la nutrición en la plantas.
 - Aplicación de productos no comprobados científicamente para el manejo del acaro *S. spinki* en el cultivos del arroz, como acido oxolinico, creolina e hipoclorito
 - Manejo de plagas y enfermedades en arroz, basado exclusivamente en controles químicos, descartando cualquier práctica de control cultural, biológico y legal.
4. Las observaciones realizadas en campo presume que los agricultores que tuvieron menores perdidas por el vaneamiento, son lo que realizaron buenos manejo agronómicos, en especial en la administración adecuada de los recursos agua – suelo, además del manejo integrado de plagas y enfermedades, confrontando las decisiones de aplicación, con los respectivos monitoreos y comparando umbrales de daño económico .
5. La acumulación y transporte de nutrientes, para el llenado de la panícula, se presume que estuvo altamente comprometida, debido a los daños causados por los patógenos como *Helminthosporium* y *Sarocladium*, en

las hojas (bandera y siguiente) y las vainas, debido a la alta disminución de la fotosíntesis, acumulación y transporte de los mismos. Varios autores relacionan el 75% de responsabilidad de estas dos hojas con el llenado de la panícula. El restante 25%, responsable del llenado de grano, está entre las otras hojas, tallo y raíz de la planta, que asumiendo tenga más problemas sanitarios, aumente el riesgo de llenado de grano, en la panícula.

11. OTRAS LABORES REALIZADAS

La federación nacional del arroz FEDEARROZ - FNA, a través de sus profesionales del área técnica, realiza de manera constante investigaciones encaminadas a mejorar el rendimiento y competitividad del sector arrocero. Todas las investigaciones y trabajos realizados por la Federación, busca afianzar la confianza económica y gremial de los agricultores y sus beneficiarios.

A continuación se explica de manera breve, las otras labores realizadas en el transcurso de la pasantía.

- Apoyo en la evaluación de materiales genéticos, para selección de nuevas variedades, que ofrezcan mejores comportamientos de rendimiento y responda a entorno adverso, como las condiciones climáticas y patológicas, a su vez elevar los rendimientos de producción.
- Apoyo en los cursos, charlas, foros, seminarios y talleres dirigido por los profesionales de FEDEARROZ, para los diferentes sectores involucrados con el sector arrocero, evocando los manejos y recomendaciones adecuadas de los diversos factores que promueve el desarrollo del cultivo de arroz.

12. RECOMENDACIONES

Contribuir a mejorar los lazos de compromiso de formación académica, entre la Universidad y la empresa privada. A la vez, buscar herramientas para fomentar la formación profesional, con visión investigativa, que aporte a la región llanera, nuevos conocimientos que aporte al desarrollo de la región.

BIBLIOGRAFIA

Agrios G. N. 1998. Efecto del ambiente en la producción de las enfermedades infecciosas. In Fitopatología. 3ª edición. Editorial Limusa: México. P 149.

FEDEARROZ 2009. Revista Arroz edición Septiembre - Octubre .Pág. 30

DANE 2011. Encuesta Nacional de Arroz Mecanizado Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/arroz/bol_arroz_lsem10.pdf

FEDEARROZ – ICA. 2010. Añublo bacterial de la panícula (*Burkholderia glumae*).

FEDEARROZ – ICA. 2010. Reconocimiento y manejo del acaro (*Steneotarsonemus spinki smiley*) del vaneamiento del arroz.

Almaguel. R.L - Botta F. E 2005. Manejo integrado de *Steneotarsonemus spinki, smiley*. Resultados de Cuba y transferencia para la región de Latinoamérica y ICib. Cuba.

Quirós-McIntire E. – Rodríguez H. 2009. Ácaros depredadores asociados a *Steneotarsonemus spinki smiley* (Acari: Tarsonemidae). Panamá

Correa F. V – CIAT 2006. Complejo acaro-hongo-bacteria del arroz. Costa Rica.

Vargas. J. P. 1985. **El arroz y su medio ambiente**. In; CIAT. *Arroz: Investigación y Producción*. Colombia, Editorial PUND. Pág. 19.

Castañó. J. Z. 1985. **Principales enfermedades del arroz y su control en América Latina**. In; CIAT. *Arroz: Investigación y Producción*. Colombia, Editorial PUND. Pág. 567.

Fernández. F, Vergara B. S, Yapit N, García O. 1985. **Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz**. In; CIAT. *Arroz: Investigación y Producción*. Colombia, Editorial PUND. Pág. 83.

Hernández. F, 2010. Estudio de la dinámica poblacional de acaro *Steneotarsonemus spinki smiley* y del patógeno *Burkholderia glumae* en la zona arrocera de Villavicencio – Meta.

Salisbury F. B, Ross W. R. 2000. **Fisiología de los vegetales en condiciones de estrés**. In: *Fisiología de las Plantas 3: Desarrollo de las plantas y fisiología ambiental*. España Editorial Thomson. Pag. 907.

Rodríguez H, Quirós-McIntire E. 2004. **Ácaros depredadores asociados a *Steneotarsonemus spinki smiley* (acari: tarsonemidae) en panamá**. In: *Manejo Integrado del Complejo Ácaro-Hongo-Bacteria en el cultivo de arroz. Nuevo reto para arroceros centroamericanos*. FONTAGRO-IDIAP. Panamá

Rojas A. L, Ferret E. B. 2005. **Manejo Integrado de *Steneotarsonemus spinki, Smiley***. In: *Resultados de Cuba y transferencia para la región de Latinoamérica y el Caribe*. La Habana – Cuba.

ANEXO

**MAPAS DE DISTRIBUCION DEL ACARO (*Steneotarsonemus pinki*),
BACTERIA (*Burkholderia glumae*) Y DE LOS PATOGENOS INVOLUCRADOS
EN EL COMPLEJO DEL VANEAMIENTO EN LA REGION LLANERA. META
2011**

